

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA –Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences alimentaires
Spécialité Production et transformation laitière
Réf :



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

***Etude de la qualité physico-chimique et
bactériologique du lait UHT demi écrémé
dé lactosé au sein de l'entreprise Tchén-Lait
CANDIA***

Présenté par :

- ✓ *DAHLI Amel*
- ✓ *OUTERBAH Roumaïssa*

Soutenu le : **20/06/2023**

Devant le jury composé de :

Président : M ^{me} . Guerfi F	MCA
Examineur : M ^{me} . Berkati S	MAA
Encadreur : M ^{me} . Fella S	MCB

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Nous remercions, tout d'abord, le bon Dieu de nous avoir accordé la santé, la paix et le courage pour mener à terme ce projet de fin d'étude.

*Nous tenons à exprimer notre reconnaissance la plus sincère à notre promotrice, Madame **FELLA.S**, pour avoir dirigé ce mémoire avec patience et compétence. Son soutien indéfectible, ses conseils avisés et son expérience ont été d'une aide précieuse pour mener à bien ce travail.*

*Nous remercions infiniment Monsieur **BERKATI Faouzi**, Président Directeur Général de Tchén Lait/Candia, de nous avoir fait l'honneur de nous accueillir au sein de son prestigieux groupe et de nous avoir offert l'opportunité d'y effectuer un stage enrichissant.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements à Monsieur **BOUCHENOUA Farouk**, notre encadrant, pour le temps qu'il nous a accordé, son investissement et son accompagnement tout au long de cette expérience formatrice. Ses qualités humaines et professionnelles nous ont beaucoup apporté.*

*Un grand merci à l'ensemble du personnel de Candia, tout particulièrement à Messieurs **Aziz, Naim, Nacer, Ahmed, Kamel, Nassim, Zahir, Fares et Rachid** ainsi qu'à Monsieur **ROUHA Boubker** pour leur accueil, leur gentillesse et leur soutien indéfectible.*

*Nous ne saurions terminer sans remercier chaleureusement Madame **Brahmi** et Madame **Amari Leila** dont l'aide et les encouragements ont été déterminants.*

Enfin, un immense merci à nos ami(e)s et à nos familles pour leur soutien moral et leurs motivations à poursuivre ce travail. Qu'il nous soit permis de remercier les membres du jury pour le temps consacré à l'évaluation de ce mémoire.

Veillez recevoir l'expression de notre reconnaissance.

Dédicace

Au terme de ce travail, je tiens à présenter mes sincères dédicaces à tous ceux qui m'ont aidé et encouragé à réaliser ce Mémoire de fin de cycle et particulièrement :

Mes très chers parents qui m'ont soutenu pendant tout mon cycle d'étude

Mon père et ma mère qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de bonheur et de persévérance, et sans eux je ne serais pas arrivé jusqu'à là.

A mon frère Nabil que je trouve toujours derrière moi, qui m'a donné l'inspiration, la volonté et le courage pour mener à terme ce travail.

A ma sœur Lillia qui m'a aidée tout au long de ce travail et qui m'a toujours accompagnée avec ses bons conseils.

*Mes dédicaces vont aussi à ma très chère amie **Ourida**.*

*Et à ma collègue **Roumaissa** qui m'a aidée pour réaliser ce travail avec ses compétences.*

Amel

Dédicace

Avec ma profonde gratitude et grand amour, je dédie ce modeste travail

A mes chers parents,

***Maman**, tu as toujours été là pour moi, à me soutenir et à m'encourager dans mes études et dans la vie en général. Tu as fait de nombreux sacrifices pour que je puisse arriver jusque-là aujourd'hui.*

***Papa**, tu as été un modèle pour moi par ta persévérance et ta détermination. Merci de m'avoir transmis les valeurs du travail et de l'effort. Tu m'as appris à ne jamais abandonner. Cette réussite, c'est aussi la tienne.*

***A mon frère Badreddine**, mon partenaire de vie, merci pour ton amitié et ton soutien moral. On a traversé ensemble de nombreuses épreuves et on a réussi à surmonter tous les obstacles côte à côte.*

***A ma grande mère**, la femme la plus courageuse et la plus aimante que je connaisse. Tu as toujours cru en moi et tu m'as appris à croire en moi. Merci pour ton affection et tes prières qui m'ont porté chance.*

*A mes copines **Karima, Amina et Fairouz** merci pour votre amitié inestimable qui a rendu ce parcours plus agréable et motivant.*

*A ma binôme **Amel**, merci pour ton sérieux, ta rigueur et ton soutien. On a formé une équipe imbattable.*

*A mon ami **Mohand**, merci pour tes conseils et ton aide. Tu as toujours répondu présent quand j'en avais besoin.*

Cette réussite, c'est la vôtre. Je vous dédie ce mémoire en témoignage de mon affection et de ma profonde gratitude.

Roumaïssa

Table de matière

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
Chapitre I : Généralités sur le lait	
I.1) Définition du lait.....	3
I.2) Composition du lait.....	3
I.2.1) Eau.....	3
I.2.2) Lactose.....	4
I.2.3) Matière grasse.....	4
I.2.4) Protéines.....	5
I.2.4.1) Caséines.....	6
I.2.4.2) Protéines du lactosérum.....	6
I.2.5) Enzymes.....	7
I.2.6) Vitamines.....	8
I.2.7) Minéraux.....	8
I.3) Propriétés physico-chimique du lait.....	8
I.3.1) pH.....	9
I.3.2) Acidité.....	9
I.3.3) Densité.....	9
I.3.4) Point de congélation.....	9
I.3.5) Point d'ébullition.....	9
I.3.6) Masse volumique.....	9
I.4) Valeur nutritionnelle du lait.....	9
I.5) Valeur organoleptique du lait.....	9
I.5.1) Goût.....	9
I.5.2) Couleur.....	9
I.5.3) Odeur.....	9
I.6) Valeur microbiologique du lait.....	10

I.6.1) Flore originelle.....	10
I.6.2) Flore de contamination.....	10

Chapitre II : Lait UHT demi écrémé dé lactosé

II.1) Définition.....	11
II.2) Propriétés physico-chimiques du lait UHT dé lactosé.....	12
II.3) Qualité organoleptique du lait UHT dé lactosé.....	12
II.4) Lactose.....	12
II.4.1) Définition du lactose.....	12
II.4.2) Rôle du lactose.....	13
II.5) Intolérance au lactose.....	13
II.5.1) Définition de l'intolérance au lactose.....	13
II.5.2) Causes de l'intolérance au lactose.....	13
II.5.3) Symptômes de l'intolérance au lactose.....	14
II.5.4) Diagnostic de l'intolérance au lactose.....	14
II.5.5) Traitement appliqué à l'intolérance au lactose.....	15
II.6) Enzyme bêta-galactosidase.....	15
II.6.1) Définition de la bêta-galactosidase.....	15
II.6.2) Rôle de bêta-galactosidase.....	15
II.6.3) Mode d'action de la bêta-galactosidase.....	15
II.7) Etapes de fabrication du lait UHT dé lactosé.....	16
II.7.1) Préparation du lait.....	18
a) Réception de la matière première.....	18
b) Reconstitution.....	18
c) Refroidissement.....	18
II.7.2) Traitement thermique.....	18
a) Préchauffage.....	18
b) Dégazage.....	19
c) Homogénéisation.....	19
d) Pasteurisation.....	19
e) Stérilisation.....	19
f) Refroidissement.....	19

II.7.3) Injection de la beta-galactosidase.....	19
II.7.4) Conditionnement.....	20

Chapitre III : Partie Expérimentale

III.1) Présentation d'organisme d'accueil.....	21
III.1.1) Historique.....	21
III.1.2) Organisation.....	21
III.1.3) Production de l'unité.....	22
III.2) Matériel et méthodes.....	24
III.2.1) Echantillonnage.....	24
a) Prélèvement des matières première.....	24
a.1) Poudre de lait.....	24
a.2) Eau de process.....	24
b) Prélèvement des produits finis.....	25
III.2.2) Analyses physico-chimiques.....	25
a) Poudre de lait.....	25
a.1) Test organoleptique.....	26
a.2) Mesure de pH.....	26
a.3) Taux de l'humidité.....	26
a.4) Détermination de l'acidité titrable.....	27
a.5) Détermination de l'acidité journal officiel.....	27
a.6) Détermination de EST, ESD, MP, MG, FPD, Lactose.....	28
a.7) Détermination de la matière grasse par la méthode de Gerber.....	29
a.8) Turbidité.....	29
a.9) Test Ramsdell.....	30
a.10) Test Bain d'huile.....	30
a.11) Test de propreté.....	31
b) Eau de process.....	31
b.1) Mesure de pH.....	31
b.2) Conductivité.....	32
b.3) Détermination du titre Alcalimétrique « TA ».....	32
b.4) Détermination du titre Alcalimétrique complet « TAC ».....	32

b.5) Détermination du titre hydrométrique « TH ».....	33
b.6) Chlorures (Cl ⁻).....	33
c) Produit fini.....	34
c.1) Densité	34
c.2) Test Gerber.....	35
c.3) Détermination de la teneur en extrait sec total «EST».....	35
c.4) Test NIZO.....	36
III.2.3) Analyses microbiologiques.....	36
a) Analyse microbiologique pour la poudre de lait.....	37
b) Analyse microbiologique pour l'eau de process.....	37
c) Analyse microbiologique pour le produit fini.....	38
c.1) Cytométrie.....	38
c.2) Test Résazurine.....	39
III.2.4) Mesure le taux du lactose résiduel à l'aide de lacto-sens.....	40
a) Définition de lacto-sens.....	40
III.2.5) Méthode de la Cryoscopie.....	41
a) Définition.....	41

Chapitre IV : Résultats et Discussions

IV.1) Caractéristiques organoleptiques des matières premières.....	42
IV.2) Analyses physico-chimiques des matières premières.....	43
IV.2.1) Poudre de lait.....	43
IV.2.2) Eau de process.....	46
IV.3) Evaluation du produit fini.....	47
IV.4) Analyses physico-chimiques de produit fini.....	47
IV.5) Analyses microbiologiques de la poudre de lait.....	48
IV.6) Analyses microbiologiques de l'eau de process.....	49
IV.7) Analyses bactériologiques du produit fini réalisé par la cytométrie.....	50
IV.8) Analyses organoleptiques du lait UHT dé lactosé après 7 jours de maturation.....	51
IV.9) Taux du lactose, le glucose et le galactose présent dans le produit fini pendant 7 jours de maturation.....	51
IV.10) Suivi le point de congélation du lait UHT dé lactosé dans les sept jours de maturation.....	52

IV.11) Mesure du taux de lactose résiduel après sept jours de maturation.....	53
Conclusion.....	55
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des figures

Figure 1 : Composition moyenne du lait de vache (g/l).....	3
Figure 2 : Composition minérale du lait de vache.....	8
Figure 3 : Structure chimique du lactose.....	13
Figure 4 : Mode action de la beta-galactosidase.....	16
Figure 5 : Processus de fabrication du lait stérilisé UHT dé lactosé	17
Figure 6 : Organigramme de l'entreprise Tchén-Lait Candia.....	22
Figure 7 : Présentation graphique des caractéristiques physico-chimiques de l'eau de process.....	46
Figure 8 : Présentation graphique du taux du lactose, glucose et le galactose pendant 7 jours de maturation.....	52
Figure 9 : Point de congélation du lait UHT demi écrémé dé lactosé dans 7 jours de maturation.....	53

Liste des tableaux

Tableau I : Composition globale de la matière grasse.....	5
Tableau II : Classification des protéines du lait de vache.....	7
Tableau III : Principales propriétés physico-chimiques du lait.....	9
Tableau IV : Composition des différents types du lait stérilisé UHT.....	11
Tableau V : Propriétés physico-chimiques du lait stérilisé UHT dé lactosé.....	12
Tableau VI : Paramètres physico-chimiques effectués pour la matière première et le produit fini.....	25
Tableau VII : Différents microorganismes recherchés dans la matière première et le produit fini.....	36
Tableau VIII : Résultats des analyses sensorielles de la poudre de lait 0% et 26%.....	42
Tableau IX : Résultats des analyses organoleptiques de l'eau de process.....	43
Tableau X : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0%.....	44
Tableau XI : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 26%.....	45
Tableau XII : Normes des caractéristiques physico-chimiques de l'eau traitée.....	46
Tableau XIII : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini.....	48
Tableau XIV : Résultats bactériologiques de la poudre de lait.....	49
Tableau XV : Résultats bactériologiques de l'eau de process.....	49
Tableau XVI : Résultats microbiologiques du lait UHT demi écrémé dé lactosé.....	50
Tableau XVII : Résultats d'analyses organoleptiques du lait UHT dé lactosé après 7 jours de maturation.....	51
Tableau XVIII : Résultats du taux de lactose résiduel présent dans le produit fini.....	53

Liste des abréviations

UHT : Upérisation à Haute Température

DLC : Date Limite de Conservation

°D : Degré Dornic

°F : Degré Français

EST : Extrait Sec Total

ESD : Extrait Sec dégraissé

MP : Matière Protéique

MG : Matière grasse

FPD : Point de congélation

TH : Titre Hydrométrique

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

N : Normalité

A : Acidité titrable

F : Facteur de correction

m : La masse

CB : Chute de Burette

NET : Noir Erichrome T

EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique

Cl : Chlorure

D : Densité

V : Volume du pycnomètre

C : Nombre de Colonie positive

TR : Tank de Reconstitution

VRBG : Violet Red Bile Glucose

BCPL : Bromo-Cresol Pourpre Lactose

BLBVB : Bouillon Lactosé Bilié au Vert brillant

VF : Viande Foie

E.coli : Escherichia coli

UV : Ultrat Violet



INTRODUCTION

Introduction

Les produits laitiers encore appelés laitages sont simplement du lait ou des aliments dérivés à partir de lait (les fromages, les yaourts, les crèmes et le beurre). On trouve plusieurs sources de lait également de vache, de brebis, de chamelle, de chèvre, mais le plus utilisé c'est le lait de vache.

Le lait est une denrée alimentaire d'origine animale essentiel dans l'alimentation quotidienne de l'homme, c'est l'un des rares aliments à convenir à toutes les tranches d'âge (nourrisson, enfant, adolescent, adulte, personnes âgées), il joue un rôle important dans la croissance de l'organisme, il est considéré comme un aliment complet grâce à sa forte valeur nutritionnelle et énergétique, car il est constitué de nutriments de bases glucides, lipides et protéines, il est aussi riche en vitamines de groupe B (B1, B2, B5, B12) et en vitamine A, ainsi que les sels minéraux notamment le phosphore, le magnésium et essentiellement le calcium.

La consommation du lait en Algérie est plus que la moyenne mondiale. En effet la consommation annuelle des algériens de ce produit est estimée à 145 litre par an, alors que, la moyenne mondiale par l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture est de 90 litre/an par citoyen.

Ainsi, les algériens consomment environ 55 litre/an de plus que les autres pays du monde. Par ailleurs, la consommation annuelle de lait en Algérie est 5 milliards de litres, dont 3,5 milliards de litres produites localement et environ 1,5 milliards de litres, est importé sous forme de poudre de lait subventionnée transformée par les laiteries en lait de sachet.

Une consommation abusive du lait provoque des maladies, notamment, chez les personnes intolérantes au lactose. On trouve plusieurs personnes souffrent de l'intolérance au lactose à cause de l'incapacité à dégrader le lactose contenu dans le lait au niveau digestif, dû à l'absence de l'enzyme responsable à catalyser ce sucre en deux molécules qui sont le glucose et le galactose appelée « lactase ».

Afin de régler le problème de l'intolérance au lactose, l'entreprise Tchén-Lait CANDIA est la première industrie laitière dans notre pays qui a mis un lait sans lactose autrement dit le lait UHT délactosé destiné aux personnes intolérantes au lactose.

L'objectif de notre travail est d'étudier la qualité physico-chimique et microbiologique du lait délactosé UHT partiellement écrémé au sein de l'entreprise Tchén-Lait CANDIA de Bejaïa à

partir de la réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques des matières premières et de produit fini, et de mesurer le taux de lactose résiduel pendant 7 jours dès la production jusqu'à la libération de produit fini.

Notre étude est composée de trois phases :

- ✓ La première phase concerne les notions bibliographiques sur les généralités du lait délactosé et de l'intolérance au lactose.
- ✓ La deuxième phase comprend les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées au niveau de laboratoire de l'entreprise Tchén-Lait CANDIA (la poudre de lait, l'eau de process et le produit fini).
- ✓ La troisième phase consiste à discuter et interpréter les résultats obtenus.



CHAPITRE I

I.1) Définition du lait

Le lait est un fluide aqueux, de couleur blanchâtre plus au moins jaunâtre selon la teneur en carotène de la matière grasse, opaque, d'une saveur légèrement douçâtre, de densité supérieure à celle de l'eau, provenant des glandes mammaires des mammifères femelles (JORA N°69, 1993).

Selon le congrès international de la répression des fraudes en 1909, « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée et être recueilli proprement et ne pas contenir le colostrum » qui est un liquide sécrété naturellement dans les premiers jours après la parturition, car la présence de ce liquide dans le lait est évaluée comme une fraude (FAO, 2000).

I.2) Composition du lait

Le lait est un aliment qui contient une richesse nutritionnelle, sa consommation permet de diversifier notre régime. C'est un liquide très aqueux mais dont la composition pondérale en glucides, lipides et protéines est équilibrée présentées sur la figure 1, avec une teneur en calorie très élevée. Généralement le lait utilisé est celui de vache qui est un excellent aliment pour l'homme (FAO, 2017).

Principalement le lait est constitué de l'eau avec une moyenne de 902 g/l et de la matière sèche représente environ 130 g/l (FAO, 2017).



Figure 1: Composition moyenne du lait de vache en g/l (FAO, 2017).

I.2.1) Eau

L'eau est l'élément le plus important dans la composition du lait, elle représente la plus grande partie de ce produit environ 81 à 87% du volume. Elle est caractérisée par une polarité

due à la présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres. Sachant que les glucides et les minéraux sont des substances polaires, ils vont former une solution vraie avec l'eau tandis que les protéines hydrophiles du sérum contribuent à la formation d'une solution colloïdale (Amiot et al., 2002).

I.2.2) Lactose

Le lactose est un glucide complexe, diholoside composé de glucose et de galactose, c'est le sucre fondamental présent naturellement dans le lait. Le taux du lactose contenu dans le lait de vache est entre 48 et 50 g/l, ce qui permet de fournir environ 30% des besoins énergétiques d'un nourrisson. Il est considéré comme un élément de fermentation contribuant à la production de divers produits laitiers grâce au fonctionnement des microorganismes (Kabir, 2015).

I.2.3) Matière grasse

La matière grasse constitue principalement presque 98% de triglycérides qui sont des esters du glycérol, 1% de phospholipides qui sont des lipides complexes et structurés par le phosphore, il existe trois types de phospholipides tels que les lécithines, les céphalines et les sphingomyélines et 1% d'une fraction insaponifiable contenant essentiellement de cholestérol, des caroténoïdes, des xanthophylles et les vitamines insaponifiables (A, D, E et K) selon le tableau I (Chilliard et al., 2001).

Tableau I : Composition de la matière grasse du lait (Chilliard et al., 2001).

Acides gras	Sécrétion des acides gras (g/l)
C4	27
C6 + C8	34
C10 + C12	65
C14	109
C16	285
C18	80
C18 :1	187
C18 :2	22
Acides gras	Composition en acides gras (% pondéral)
C6 à C14	23,6
C16	32,4
C18	8,5
C18 :1	20,2

I.2.4) Protéines

Les protéines du lait jouent un rôle très important dans le métabolisme musculaire, sa valeur varie entre 2,8 et 3,5%, on trouve dans un litre de lait de vache environ 35 grammes de protéines. Elles sont constituées de 80% de caséines et 20% de protéines solubles représentées dans le tableau II (Ghaoues, 2011).

I.2.4.1) Caséines

La caséine est un complément alimentaire composé de protéine offrant au corps une digestion lente, elle joue un rôle important dans la libération des acides aminés dans l'organisme. Il existe différents types de caséine dans le lait de vache les plus présentes sont Les caséines α_1 , α_2 , beta, gamma qui constituent respectivement 31, 12, 23 et 7% des protéines et la caséine k qui représente 13% des protéines (**Adrian et al., 2004**).

I.2.4.2) Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum autrement dit des protéines solubles car elles restent à l'état liquide même dans le cas le pH est acide, elles sont issues naturellement à travers du petit-lait. Elles sont riches en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) et en acides aminés à chaîne ramifiée (leucine, isoleucine et valine). Les protéines du lactosérum se caractérisent par une valeur biologique très importante, elles stimulent la masse musculaire plus que la caséine, permettent la modulation de la réponse immunitaire et augmente la tolérance du glucose (**Debry, 2001**).

Tableau II : Classification des protéines du lait de vache (Ghaoues, 2011).

Nom	% des protéines	Nombres d'acides aminés
Caséine	75-85	
Caséine alpha s1	39-46	199
Caséine alpha s2	8-11	207
Caséine beta	25-35	209
Caséine k	8-15	169
Caséine gamma	3-7	
Protéine du lactosérum	15-22	
Beta-lactoglobuline	7-12	162
Alpha-lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0,7-1,3	582
Immunoglobuline	1,9-3,3	/
Protéoses-peptones	2-4	/

I.2.5) Enzymes

Les enzymes sont des unités biologiques de nature protéique, ont une particularité catalytique ce qui autorise la digestion du lait. Il existe trois types d'enzymes dans le lait de vache telles que les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Elles possèdent différentes fonctions dont le rôle est de limiter le développement bactérien ainsi de dégrader certains constituants. L'activité enzymatique dépend deux facteurs sont la température et le potentiel d'hydrogène (Benhedane, 2012).

I.2.6) Vitamines

Les vitamines sont des nutriments essentiels au bon fonctionnement de l'organisme qui n'apporte aucune calorie, et que l'organisme est incapable de les synthétiser donc elles sont provenues de l'alimentation quotidienne de l'homme. Le lait contient des vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B) et des vitamines liposolubles telles que vitamines A et D (Jeante et al., 2008).

I.2.7) Minéraux

Les minéraux sont des éléments essentiels à la croissance et au développement de l'organisme, ils représentent d'environ 4% du poids corporel, ils ont le rôle dans la minéralisation, systèmes musculaire, nerveux et immunitaire. Le lait contient environ 7 à 8 g de minéraux pour un litre (figure 2), il existe plusieurs minéraux tels que le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium (Gaucheron, 2004).



Figure 2 : Composition minérale du lait de vache (Gaucheron, 2004).

I.3) Propriétés physico-chimiques du lait

Lait de vache est caractérisé par des propriétés physico-chimiques expliquées dans le tableau III (Amiot et al., 2002).

Tableau III : Principales propriétés physico-chimiques du lait (Amiot et al., 2002).

pH à 20°C	6,6 à 6,8
Acidité dornic à 20°C	9 à 16 °D
Densité	1,028 à 1,036
Point de congélation	-0,51°C à -0,55°C
Point d'ébullition	100,5°C
La masse volumique à 20°C	1030 kg/m ³

I.4) Valeur nutritionnelle du lait

Le lait joue un rôle important sur la santé humaine grâce à sa richesse au niveau nutritionnel en protéines de haute valeur, en vitamines (A, B, K) et en minéraux comme le calcium, le phosphore, le magnésium et le zinc, il possède une valeur énergétique de 700 Kcal/litre (Ayad, 2021).

I.5) Valeur organoleptique du lait

I.5.1) Goût

Le lait est caractérisé par une saveur légèrement sucrée, provenant de sa composition en disaccharide appelant le lactose (Berkani et al., 2021).

I.5.2) Couleur

Généralement le lait a une couleur blanchâtre, il dépend de sa composition en matière grasse et en micelles de caséines qui dévient les rayons lumineux en diffractant la lumière sans l'absorbée mais elle est diffusée par le liquide (Choubane et al., 2021).

I.5.3) Odeur

L'odeur du lait est due à la matière grasse qu'il contient, car elle permet la fixation des odeurs de l'animale au cours de la traite, à l'alimentation et à la conservation (Berkani et al., 2021).

I.6) Valeur microbiologique du lait

Le lait est considéré comme un milieu excellent pour le développement des microorganismes, dû aux facteurs de croissance qu'il contient (la température, la richesse en eau). Ce produit comporte deux types de flore microbienne : une flore dite originelle et une flore de contamination (**Guitoubi et Tamer, 2021**).

I.6.1) Flore originelle

Au cours de prélèvement, le taux de germes doit être inférieure à 10^3 germes/ml si le lait est prélevé dans des bonnes conditions, il contient peu de microorganismes, on trouve des *Microcoques*, *Streptocoques thermophiles*, *Lactobacilles lactiques* selon l'alimentation et la race. Ils n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait (**Guiraud et Rosec, 2004**).

I.6.2) Flore de contamination

Le lait peut être contaminé par des microorganismes pathogènes, lorsque les animaux en lactation peuvent consommer des aliments contenant des produits chimiques ainsi le contrôle inadéquat de l'équipement, de l'environnement et des installations de stockage du lait. Il existe différents pathogènes tels qu'*Escherichia coli*, les *Entérocoques*, les *Salmonelles*, les *Streptomyces*, les *Listeria*, les bactéries sporulés et les spores fongiques qui influent sur les caractéristiques sensorielles et sur la durée de conservation (**Guitoubi et Tamer, 2021**).



CHAPITRE II

II) Lait UHT demi écrémé dé lactosé

II.1) Définition

Le lait dé lactosé appelé aussi le lait sans lactose, est un aliment qui comporte des différents nutriments dont les protéines, les vitamines et les minéraux. C'est une boisson qui est tout à fait complémentaire à une alimentation saine. C'est un lait partiellement écrémé qui a subi une stérilisation par upérisation à haute température (procédé UHT). A l'état naturel le lait contient un sucre particulier qui est le lactose, mais dans le cas du lait dé lactosé on distingue l'injection d'une enzyme dite la lactase qui décompose ce sucre en glucose et en galactose afin de faciliter la digestion chez les personnes intolérantes (**Morin, 2020**).

➤ Procédé UHT

Le terme UHT signifie une upérisation (injection de la vapeur dans le produit) à haute température, c'est une technique de stérilisation des produits à une température très élevée de 140°C pendant une durée très courte comprise entre 2 et 5 secondes. Ce traitement permet d'éliminer les microorganismes, de préserver les éléments essentiels du lait et de prolonger la durée de conservation des produits (**Guitoubi et Tamer, 2021**).

Le lait stérilisé UHT comprend trois types présentés dans le tableau IV :

- Lait UHT entier : Sa teneur en matière grasse est de 2,8% au minimum (28 g/litre de lait).
 - Lait UHT demi-écrémé : Sa teneur en matière grasse est de 1,5% (15 g/litre de lait).
 - Lait UHT écrémé : Sa teneur en matière grasse est de 0,15% au plus (1,5 g/litre de lait)
- (**Guitoubi et Tamer, 2021**).

Tableau IV : Composition des différents types du lait stérilisé UHT (**Guitoubi et Tamer, 2021**).

Constituants	Lait stérilisé UHT g/l		
	Lait entier	Lait demi écrémé	Lait écrémé
Eau	878	896	910
EST	122	164	90
Azote totale	5	5	5.2
Protéines	31.9	31.9	32.9
Lipides	35.4	15.4	2
Glucides	44.7	45.3	45.4

II.2) Propriétés physico-chimiques du lait UHT dé lactosé

Le lait dé lactosé est caractérisé par les mêmes propriétés physico-chimiques que le lait ordinaire, mais il est particulier au niveau du taux de lactose qu'il contient (tableau V). La valeur de ce dernier doit être inférieure à 0,1% (<1 g/l) (Feillet, 2021).

Tableau V : Propriétés physico-chimiques du lait UHT dé lactosé (Feillet, 2021).

pH à 20°C	6,6 à 6,8
Acidité dornic à 20°C	9 à 16 °D
Densité	1,028 à 1,036
Lactose	<0,1%
Point de congélation	-0,700°C

II.3) Qualité organoleptique du lait UHT dé lactosé

Le lait dé lactosé comporte une couleur et odeur identiques à celles du lait ordinaire et une saveur plus sucrée, due au glucose qui est produit par la dégradation du lactose. En effet, après une semaine de la production le lait dé lactosé change sa couleur devenant moins blanchâtre (Amiot et al., 2002).

II.4) Lactose

II.4.1) Définition

Le lactose est un sucre complexe présent naturellement dans le lait, sa formule chimique brute est (C₁₂H₂₂O₁₁), il est composé de glucose et de galactose (figure 3) qui sont des glucides simples utilisés directement par l'organisme comme source d'énergie, ils sont reliés par une liaison osidique d'où la nomenclature chimique de beta-D-galactopyrannosyl (1-4) D-glucopyrannose. Sa dégradation nécessite une enzyme spécifique appelant la lactase (Dainese-Plichon, 2014).

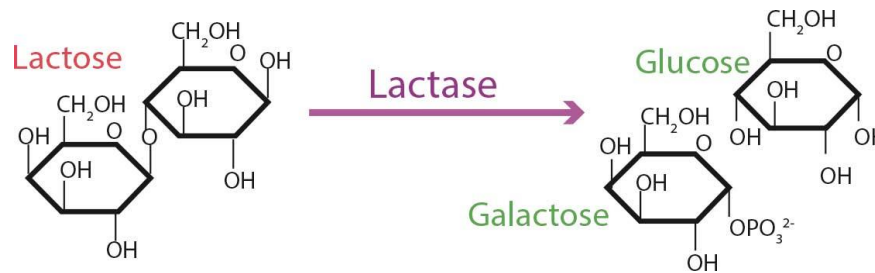


Figure 3 : Structure chimique du lactose (**Dainese-Plichon, 2014**).

II.4.2) Rôle du lactose

Le lactose joue un rôle dans différentes fonctions dans notre corps tel la stimulation de l'absorption du calcium et d'autres minéraux comme le cuivre et le zinc, la lutte contre le déclin lié au vieillissement de certaines fonctions immunitaires, et il est utilisé comme un nutriment par le microbiote intestinal. Le galactose obtenu à partir la dissociation du lactose permet la construction des tissus nerveux de l'organisme (**Morin, 2020**).

II.5) Intolérance au lactose

II.5.1) Définition

On trouve plusieurs personnes souffrent de l'intolérance au lactose qui est une pathologie au niveau digestif due à l'incapacité à digérer le lactose en raison de l'absence ou l'insuffisance de l'enzyme beta-galactosidase responsable à cliver ce diholoside ce qui provoque une accumulation, par la suite une fermentation de ce sucre par des bactéries dans le gros intestin et se traduit par des effets indésirables (**Morin, 2020**).

II.5.2) Causes de l'intolérance au lactose

L'intolérance au lactose peut être due à l'alactasie primaire ou secondaire :

✓ Alactasie primaire

C'est une cause de l'intolérance au lactose, elle est héréditaire et rare, elle touche environ 65% de personnes. C'est une absence complète de lactase c'est-à-dire la muqueuse intestinale ne produit jamais cette enzyme et elle est irréversible (**Lachaux, 2019**).

✓ **Alactasie secondaire**

On parle de l'alactasie secondaire (non héréditaire), lorsqu'une personne atteint des maladies qui provoquent la destruction de la muqueuse intestinale, ce qui conduit à l'incapacité de produire la lactase, elle touche généralement les personnes adultes. Cette enzyme est réversible, elle peut reprendre sa fonction dans le cas la maladie d'origine est guérie (**Lachaux, 2019**).

II.5.3) Symptômes de l'intolérance au lactose

Les personnes ayant une intolérance au lactose ne réagissent pas tous de la même manière à une même quantité de lactose ingérée, les symptômes apparaissent entre 15 minutes à 4 heures après l'ingestion de produits contenant du lactose parfois jusqu'à 24 heures, on distingue les symptômes suivants (**Marteau et Olivier, 2017**).

- Manque de confort digestif ;
- Ballonnements (ventre gonflé), gaz ;
- Maux et crampes abdominale ;
- Acidité gastrique ;
- brûlures d'estomac ;
- Diarrhée ;
- Nausées et vomissements (plus rarement) ;
- Perte de poids chez les enfants.

II.5.4) Diagnostic de l'intolérance au lactose

Il existe différents tests pour le diagnostic de l'intolérance au lactose tel que, le test génétique, test de tolérance au lactose et le test de respiratoire à l'hydrogène (**Burgain et al., 2012**).

- **Le test génétique** : est un test qui permet d'étudier le gène codant pour la lactase(LCT), il est réalisé à partir de la prise du sang qui indique si le gène est défectueux, donc ce test est utilisé pour la détermination de l'alactasie primaire (héréditaire) (**Delacour et al., 2017**).

- **Le test de tolérance au lactose** : Il consiste à mesurer le taux de glucose dans le sang, après quelques heures de l'ingestion d'une quantité de lactose. Si le taux de la glycémie n'est pas augmenté, on distingue que le lactose n'a pas subi une dégradation qui signifie une intolérance au lactose (**Cart-Tanneur et al., 2019**).

- **Le test de respiratoire à l'hydrogène** : Ce test est effectué pour déterminer le taux d'hydrogène présent dans le souffle après l'ingestion du lactose, il indique la quantité non digérée. Plus le taux d'hydrogène est élevé plus la quantité du lactose non digérée est grande. Il s'agit du test le plus fiable (Misselwitz et al., 2013).

II.5.5) Traitement appliqué à l'intolérance au lactose

Il n'existe aucun traitement, afin de calmer les symptômes de l'intolérance au lactose il faut suivre un régime alimentaire évitant les aliments qui contiennent du lactose, d'ingérer des petites quantités des aliments contenant de ce sucre, de prendre des comprimés de lactase lors de la consommation qui permet une meilleure absorption. Concernant les produits laitiers, il existe un lait qui a subi une injection d'enzyme afin de faciliter la digestion du lactose chez les personnes intolérantes "le lait dé lactosé" (Dainese-Plichon et al., 2014).

II.6) Enzyme bêta-galactosidase

II.6.1) Définition

La bêta-galactosidase, également connue sous le nom de lactase, est une enzyme qui catalyse le lactose en glucose et galactose. Le lactose est un disaccharide présent dans le lait et les produits laitiers. Certaines personnes souffrent d'intolérance au lactose en raison d'un manque de production de lactase, ce qui entraîne des difficultés à digérer ce sucre et provoque des symptômes gastro-intestinaux. La bêta-galactosidase agit sur le lait en hydrolysant le lactose en glucose et galactose. Cette dégradation facilite la digestion du lactose chez les personnes qui ne produisent pas suffisamment de lactase (Morin, 2020).

II.6.2) Rôle de bêta-galactosidase

La Bêta-galactosidase décompose le lactose en glucose et en galactose. Ses substrats de prédilection peuvent être le ganglioside, les galactosylcéramides, le lactose, ainsi que plusieurs glycoprotéines. Cette enzyme est importante pour créer du lait sans lactose, nous devons placer cette enzyme dans le lait afin d'éliminer tout le lactose (Morin, 2020).

II.6.3) Mode d'action de la bêta-galactosidase

La dégradation du lactose par la bêta-galactosidase comprend quatre étapes expliquée sur la figure 4:

- Reconnaissance du substrat : La bêta-galactosidase reconnaît spécifiquement la molécule de lactose comme substrat et se lie à elle. La structure de l'enzyme contient un site actif qui se lie au lactose.
- Hydrolyse du lactose: Après la liaison du lactose au site actif de l'enzyme, la bêta-galactosidase catalyse l'hydrolyse de la liaison glycosidique entre le glucose et le galactose. Cette réaction nécessite l'ajout d'une molécule d'eau.
- Formation des produits: L'hydrolyse de la liaison glycosidique produit deux monosaccharides (le glucose et le galactose). Ces deux produits sont libérés du site actif de l'enzyme.
- Récupération de l'enzyme: Une fois que les produits sont libérés, la bêta-galactosidase est libre de se lier à une autre molécule de lactose et de répéter le processus d'hydrolyse. Les enzymes sont des catalyseurs biologiques et ne sont pas consommées lors de la réaction. Elles peuvent donc catalyser de nombreuses réactions successives (**Dainese-plichon, 2014**).

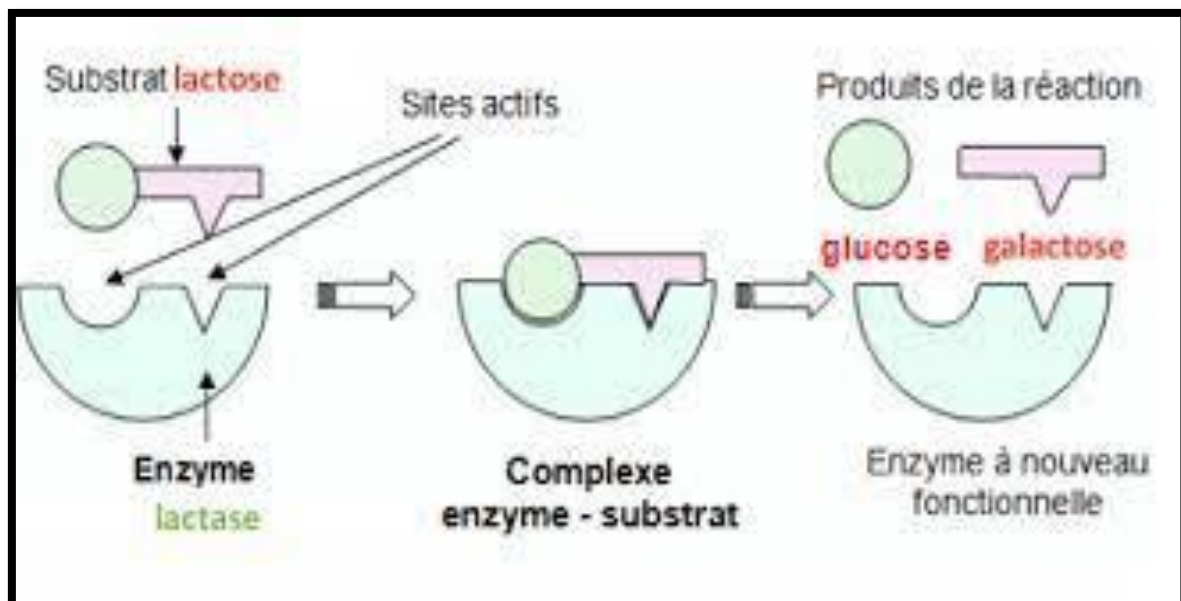


Figure 4 : Mode action de la beta-galactosidase.

II.7) Etapes de fabrication du lait dé lactosé

La fabrication du lait stérilisé UHT dé lactosé subit plusieurs phases. Le schéma ci-dessous (figure 5) représente les étapes de production au niveau de l'industrie Tchén-Lait CANDIA.

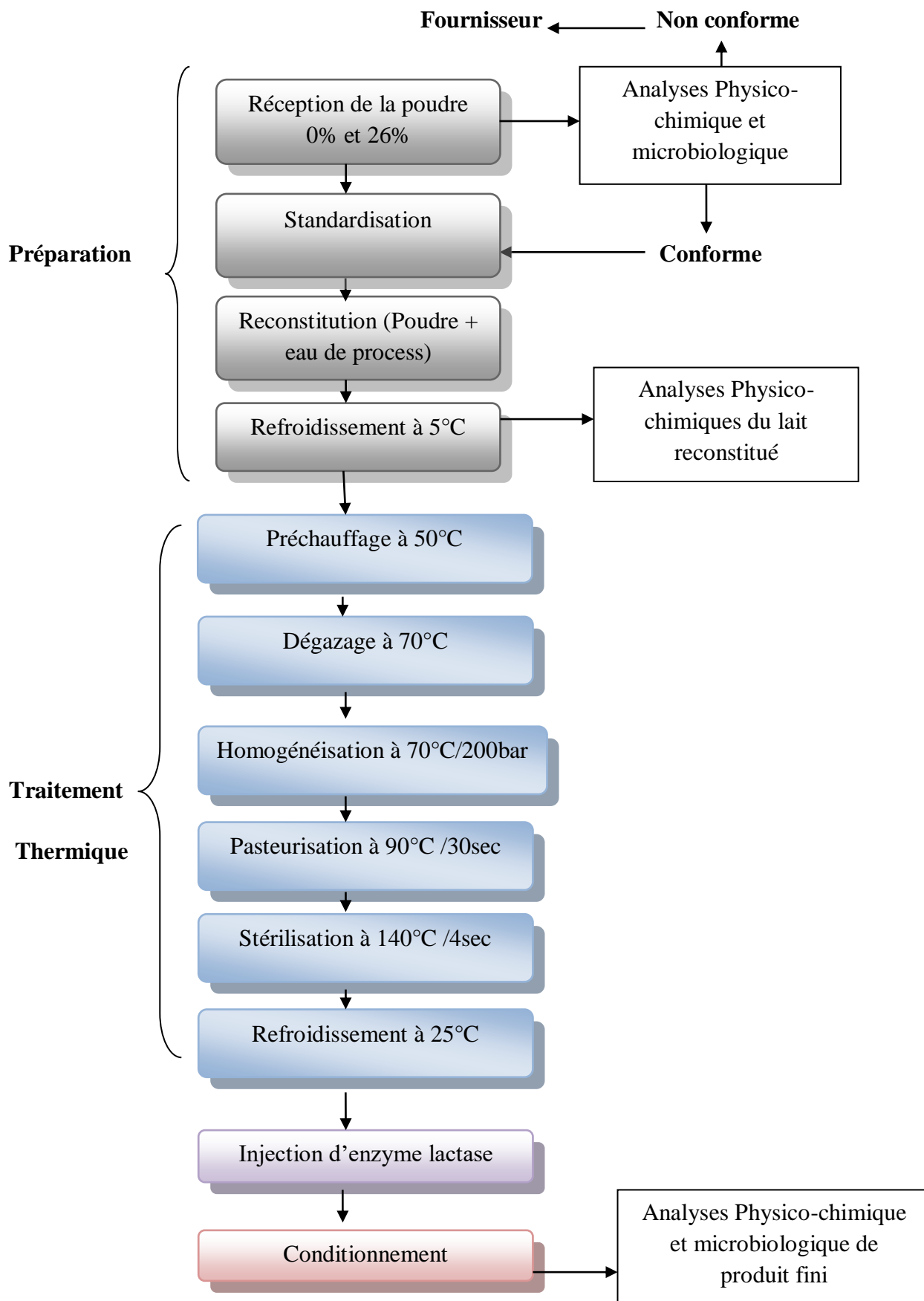


Figure 5 : Processus de fabrication du lait stérilisé UHT dé lactosé (Tchin-Lait CANDIA).

II.7.1) Préparation du lait**a) Réception de la matière première**

La réception de la matière première est la première étape de la fabrication du lait dé lactosé, elle concerne la poudre de lait et de l'eau qui est une eau traitée. Généralement on utilise la poudre de 0% de matière grasse appelant la poudre écrémé et la poudre de 26% de matière grasse, c'est la poudre entière. Avant de passer à la reconstitution du lait, les matières premières doivent subir les analyses physico-chimiques et microbiologiques au niveau de laboratoire afin de vérifier leur conformité (**Fiche technique**).

b) Reconstitution

Après la vérification que les matières premières sont conformes, on passe à l'étape de reconstitution du lait qui consiste à mélanger de l'eau qui a une dureté de 10°F avec la poudre de 0% et la 26% de matière grasse.

Cette opération s'effectue comme suit : D'abord la poudre est introduite dans un équipement appelant Almix Tetra Pak qui aspire la matière première, ensuite cette dernière pénètre dans un Tank de reconstitution (TR) où se trouve de l'eau qui est arrivée de la station des eaux à travers des pompes, l'agitation se réalise et permet la dissolution de la poudre de lait dans l'eau (**JORA N°69, 2003**).

c) Refroidissement

Le refroidissement consiste à prolonger la durée de conservation du lait, il se fait à une température de 5°C dans des tanks de reconstitution. Une fois le lait reconstitué est refroidi il va subir des analyses physico-chimiques (pH, Acidité dornic, EST, ESD, MP, FPD, Lactose).

II.7.2) traitement thermique**a) Préchauffage**

Cette étape consiste à chauffer le lait progressivement jusqu'à atteindre une température de 50°C à travers des échangeurs de chaleur à plaque ou tubulaire (**Moller, 2000**).

b) Dégazage

Est un traitement physique se fait à une température de 70°C à partir d'un dégazeur qui permet d'éliminer l'air dissous dans le lait, afin d'empêcher l'oxydation de la matière grasse et d'éliminer les mauvaises odeurs en portant le lait à température d'ébullition, les gaz vont s'évaporer (Moller, 2000).

c) Homogénéisation

Est un traitement mécanique, consiste à réduire la taille des globules gras afin d'éviter la séparation des phases par gravité à l'aide d'un piston contenu dans l'homogénéisateur qui permet d'améliorer la qualité de la composition du lait. L'homogénéisation s'effectue à une température comprise entre 68 et 70°C avec une pression de 200 bars (Benallegue., Decheche, 2015).

d) Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique amoindri de la stérilisation, elle permet de soumettre le lait progressivement à une température de 90°C pendant 30sec. L'objectif de la pasteurisation est détruire la flore pathogène et d'éliminer les bactéries thermorésistantes (Moller, 2000).

e) Stérilisation

La stérilisation assure une élimination totale de la vie microbienne dont les spores. Ce traitement thermique se fait dans un stérilisateur à une température de 140°C pendant 4sec qui permet de conserver le lait à long terme (Benallegue., Decheche, 2015).

f) Refroidissement

Après la stérilisation, le lait subit un refroidissement successif jusqu'à atteindre une température de 25°C (Muthwill et al., 1998).

II.7.3) Injection de la beta-galactosidase

L'injection de la beta-galactosidase (la lactase) dans le lait UHT partiellement écrémé se fait à partir d'un équipement appelant Tetra FlexDos avant le produit être stocker dans les tanks stériles.

Le Tetra FlexDos est une technique de dosage aseptique, d'une manière stérile qui permet d'injecter l'enzyme dans le lait avec une grande précision après le traitement thermique, à l'aide d'une pompe doseuse qui permet le passage de la beta-galactosidase et un cathéter stérile et rigide de 1.6mm d'épaisseur qui contient deux aiguilles à l'extrémités , l'une est reliée au sac où se trouve la lactase et l'autre au circuit où se traverse le lait UHT partiellement écrémé, cette unité est constituée d'un système de contrôle lors de processus. Par la suite, le lait et la lactase seront homogénéisés dans le tank stérile.

II.7.4) Conditionnement

Après le remplissage du tank stérile, le lait entre dans la conditionneuse aseptique où se faire le remplissage des bricks de 1 litre qui sont stérilisées par le peroxyde d'hydrogène à haute température. Le conditionnement aseptique consiste à stériliser les matériaux, à maintenir la sécurité alimentaire, à conserver la valeur nutritionnelle et les caractéristiques organoleptique du lait UHT. Ce processus offre une protection complète contre la lumière, l'oxygène atmosphérique et contamination bactérienne (**Document CANDIA**).

- ✚ Le processus de fabrication du lait dé lactosé se termine avec un nettoyage en place (NEP) qui consiste à nettoyer les installations de production et les tuyauteries sans démontage et permet de garantir la qualité microbiologique des produits ainsi la sécurité alimentaire des consommateurs. Pour réaliser cette opération, on utilise la soude pour éliminer les graisses et les dépôts difficile à enlever, l'acide pour neutraliser les restes de soude, le désinfectant pour tuer les microorganismes et de l'eau pour le rinçage (**Document CANDIA**).



CHAPITRE III

III.1) Présentation d'organisme d'accueil**III.1.1) Historique**

Tchin-lait est une société privée de droit algérien, implanté sur l'ancien site de la limonaderie Tchin-Tchin. Cette dernière était à l'origine d'une entreprise familiale spécialisée dans les boissons gazeuses depuis 1954, ayant de fait une longue expérience dans le conditionnement des produits sous forme liquide. C'est à l'arrivée des grandes firmes multinationales sur le marché des boissons gazeuses qu'elles ont révisé sa stratégie d'où l'idée de reconversion vers le lait UHT qui a donné naissance à Tchin-lait sous label Candia. C'est en 1999 qu'une franchise Candia est née en Algérie sous l'appellation de Tchin-Lait géré par Mr.Fawzi BERKATI. Les premières briques ont été produites en Avril 2001, après la signature de la franchise avec Candia France. Le contrat prévoit un transfert de technologie et des innovations dans le processus de fabrication, du traitement et du contrôle de lait, la commercialisation ainsi que le marketing.

III.1.2) Organisation

La laiterie est gérée par un PDG qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial.

La gestion de l'unité est subdivisée en plusieurs directions :

- Direction commerciale.
- Direction administration générale.
- Direction finances de comptabilité.
- Direction marketing.
- Direction production.
- Direction maintenance.
- Direction laboratoire.

❖ Organigramme de l'entreprise d'accueil

Organigramme de l'entreprise Tchin-Lait Candia est représenté sur la figure 6.

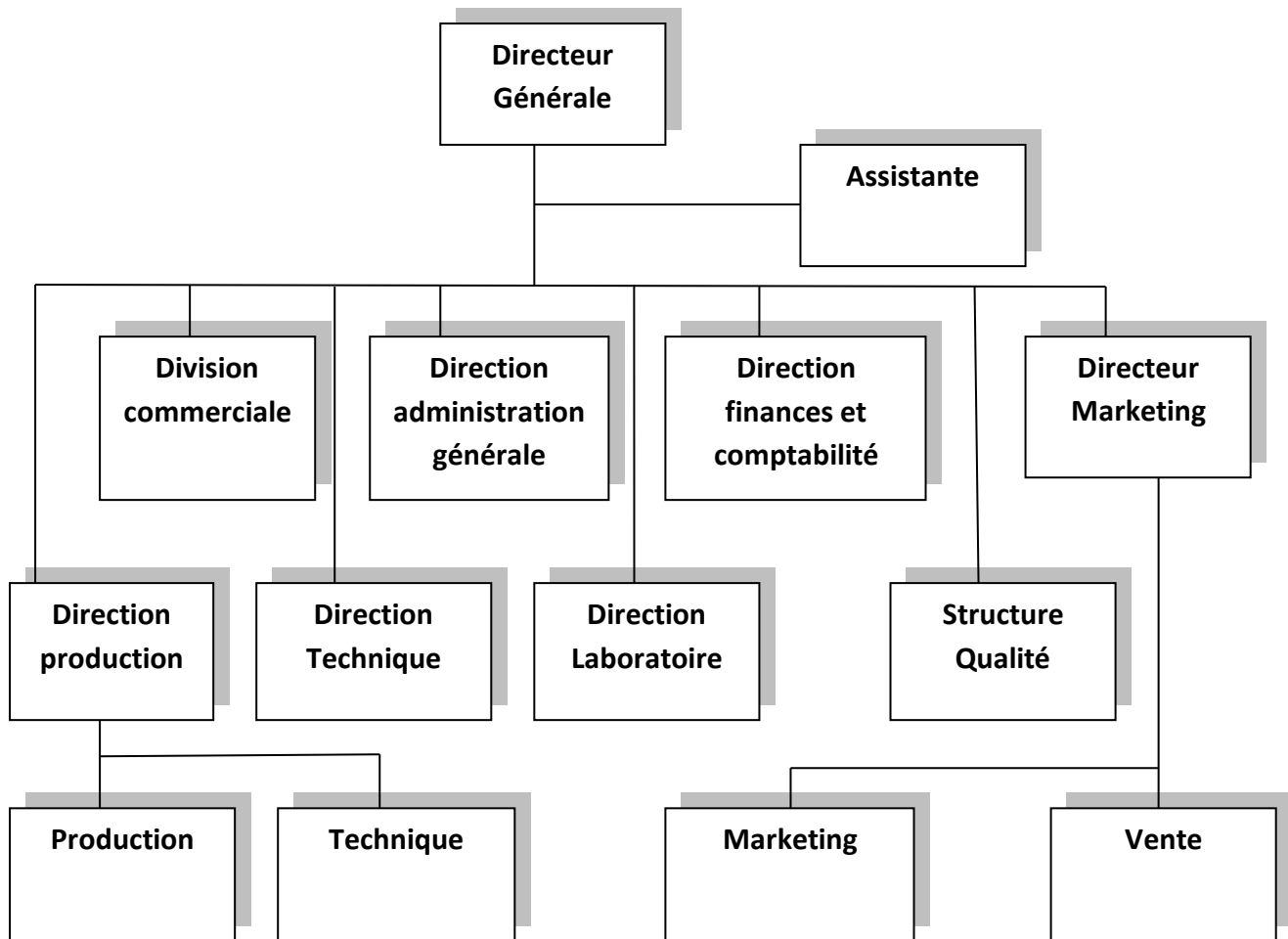


Figure 6 : Organigramme de l'entreprise Tchén-Lait Candia.

III.1.3) Production de l'unité

La gamme de production Tchén lait est constituée de :

- Lait stérilisé UHT, partiellement écrémé.
- Lait stérilisé UHT, entier.
- Lait stérilisé UHT Silhouette, écrémé.
- Lait stérilisé UHT Viva, partiellement écrémé.
- Lait stérilisé écrémé sans lactose.
- Boisson au lait goût chocolat, dénommé candy choco .
- Boisson au lait dénommé candy banane, candy fraise, candy caramel.

- Lait de jus de fruits: (Orange - ananas, Orange -fraise-banane, Orange-mangue et Pêche-abricot, Melon-ananas), dénommé Twist.
- Boisson aux fruits : Boisson à l'orange, Cocktail de fruits, Citronnade, Nectar de Grenade.
- Préparation culinaire liquide (Le maître).
- Lait en poudre instantané.

III.2) Matériel et méthodes

III.2.1) Echantillonnage

L'échantillonnage est un procédé qui permet de prélever un échantillon pour l'analyser, c'est une technique qui demande le plus grand soin. Il s'agit d'étudier une partie sélectionnée pour établir des conclusions applicables à un tout. Cette opération doit être réalisée par une personne ciblée (AFNOR, 1999).

Le prélèvement des échantillons s'effectue de manière à empêcher toute détérioration ou modification contribuant à avoir des résultats incorrects (AFNOR, 1999).

Les échantillons sont munis d'une étiquette sur laquelle identifie le produit en mettant le numéro de lot, le nom de fournisseur et la signature ainsi que la date limite de conservation (AFNOR, 1999).

a) Prélèvement des matières première

On a réalisé le prélèvement des échantillons pour les matières premières au niveau de l'entreprise Tchou-Lait Candia.

a.1) Poudre de lait

Pour la fabrication du lait stérilisé UHT dé lactosé, généralement on utilise deux types de poudres ; la poudre entier à une teneur de 26% en matière grasse, et l'autre appelée la poudre écrémé dont la teneur ne dépasse pas 1,25% en matière grasse.

Les deux types de poudres sont conditionnés dans des sacs de 25 kg. Le prélèvement s'effectue à partir 5 unités d'un même lot à l'aide d'un ciseau stérile et d'une sonde métallique stérile pour éviter toutes contamination au niveau de laboratoire bactériologie avec la présence de vétérinaire lors de prélèvement.

a.2) Eau de process

L'eau utilisée pour la production du lait UHT stérilisé dé lactosé c'est une eau traitée, on commence par l'eau brute qui subit plusieurs étapes au niveau de la station des eaux et on termine avec l'obtention de l'eau traitée (voir Annexe IV).

b) Prélèvement des produits finis

Le produit fini se prélève sous forme des bricks au niveau de la conditionneuse après le conditionnement aseptique afin de réaliser les analyses physico-chimiques et bactériologiques.

III.2.2) Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques déterminent la qualité du produit analysé en déterminant les paramètres illustrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VI : Paramètres physico-chimiques effectués pour la matière première et le produit fini.

Types de produits		Paramètres recherchés
Matière première	Poudre de lait	pH ; Humidité ; Acidité °D ; Acidité joA ; EST ; ESD ; MP ;MG ;FPD ; Lactose ; Test Ramsdell ; Bain d’huile ; Turbidité ; test de propreté ; Odeur ; Aspect ; Goût et Couleur.
	Eau de process	pH à 25°C ; Turbidité ; Conductivité ; Chlorure ; Chlore libre ;TH ; TA ; TAC ; Goût ; Couleur et Aspect.
Produit fini		Poids ; Volume ; Aspect ; Goût ; Odeur ; Température à l’intérieure de la brique ; pH à 20°C ; Acidité °D ; EST ; ESD ; MP ; MG ; FPD ; Lactose ; Densité ; Test NIZO ; Test Gerber.

a) Poudre de lait

Afin de réaliser les analyses physico-chimiques pour la poudre de lait 0% et 26% de la matière grasse, on fait la reconstitution à 10% à partir de mélanger 10g de poudre et 100ml de l’eau dans un bécher à l’aide d’un agitateur et un barreau magnétique.

a.1) Test organoleptique

Les caractéristiques organoleptiques est le premier paramètre à détecter dans laboratoire physico-chimique pour l'échantillon à analyser, dans lequel on détermine l'aspect, la couleur, le goût et l'odeur de l'échantillon.

a.2) Mesure de pH

Le potentiel d'hydrogène mesure la concentration des protons ou ions hydrogène dans le milieu, il représente un facteur important dans la stabilité en déterminant la fraîcheur des aliments. La mesure de pH se réalise directement sur la surface de l'échantillon à travers d'un pH mètre muni d'une électrode en verre (**Carole, 2002**).

- **Mode opératoire**

Après avoir étalonné le pH mètre à partir deux solution tampon (pH4 et pH7), on introduit l'électrode dans l'échantillon à analyser dont la température doit être 20°C, à chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

- **Expression des résultats**

La valeur du pH de l'échantillon est indiquée directement sur le pH-mètre.

a.3) Taux de l'humidité

C'est la quantité de l'eau dans la poudre de lait, elle est déterminée par séchage de la poudre de lait par un dessiccateur muni d'une balance de précision et système électronique permettant de calculer le taux de matière sèche restante (**Luquet, 1990**).

Ce paramètre correspond à la teneur en eau de la poudre de lait. Elle se mesure par évaporation de cette eau dans un dessiccateur (**Luquet, 1990**).

- **Mode opératoire**

Etalonner le dessiccateur, puis peser la coupelle vide et faire tarer, ensuite peser 5 g de poudre de lait sur la coupelle et remettre le couvercle de l'appareil, et faire la lecture lorsque la perte du poids reste constante. Elle se manifeste par une sonnerie de l'appareil.

- **Expression des résultats**

A partir la valeur affichée sur le dessiccateur, on détermine le taux d'humidité en utilisant la formule suivante :

$$\text{H\%} = 100 - \text{la valeur affichée} - 0,4$$

a.4) Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable consiste à mesurer la teneur en acide lactique contenue dans un litre de lait, elle est exprimée en degré Dornic (°D), il est basé sur la titration de l'acidité par une solution alcaline appelant hydroxyde de sodium (NaOH 0,111N) jusqu'à atteindre un pH égale 8,30 (Thapon, 2005).

- **Mode opératoire**

Introduire 10ml d'échantillon à analyser dans un bécher, puis faire la titration à partir de la solution de NaOH 0,111N mis dans une burette jusqu'à arriver à un pH égale 8,30 mentionné sur le pH mètre et noter la chute de burette.

- **Expression des résultats**

On détermine l'acidité titrable en degré Dornic (°D) à partir de l'utilisation la formule suivante :

$$A = \text{chute de burette} \times 10 \times F$$

A : acidité titrable exprimée en °D.

F : facteur de correction (1,015).

a.5) Détermination de l'acidité journal officiel (JOA)

C'est l'acidité titrable de la poudre de lait, il s'agit de déterminer le nombre de millilitre d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/L nécessaire pour neutraliser, en présence de phénolphthaléine, la quantité du lait reconstitué correspondant à 10g de l'extrait sec dégraissé (JORA N°58, 2015).

- **Mode opératoire**

D'abord déterminer la masse de la poudre de lait, mettre la quantité trouvée dans un bécher et jouter 50ml de l'eau distillée, puis faire une agitation à l'aide d'un agitateur et laisser 20min. En suite ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine 2% et titrer avec la soude (NaOH 0,1N) jusqu'à atteindre un pH égale 8,40.

- **Expression des résultats**

1) Détermination de la masse de poudre en utilisant la formule suivante :

$$100 - MG - H^\circ \implies m = 500 / \text{Valeur}$$

MG : la matière grasse.

H° : taux de l'humidité.

m : la masse de la poudre de lait.

2) Détermination de l'acidité JoA exprimée en (ml-0,1N) NaOH/10g ESD.

$$A_{\text{JoA}} = \text{CB} \times 2$$

A_{JoA} : acidité journal officiel.

CB : chute de burette en ml.

a.6) Détermination de EST, ESD, MP, MG, FPD, Lactose

La détermination de l'EST, ESD, MP, MG, FPD, le lactose se fait à partir d'un analyseur automatique appelant MilkoScanTM FT2 appliqué dans le laboratoire, il détermine aussi la densité, la teneur réduite en lactose, glucose, galactose, fructose, saccharose, caséine et l'acidité totale. Il permet d'effectuer l'analyse haute performance de tous les produits laitiers, de surveiller la qualité des produits et d'obtenir des produits d'une qualité constante. L'analyse s'effectue grâce à la spectrophotométrie infrarouge qui traverse la cuve et absorbe la lumière par la plupart des molécules dans la région de l'infrarouge qui se converti en vibration moléculaire (**Fiche technique**).

- **Mode opératoire**

On introduit dans un bécher une quantité d'échantillon à analyser dont la température est 40°C puis on met le bécher sous la pipette de MilkoScan™ FT2 bien rincée et séchée et on démarre l'analyse en appuyant sur la touche correspondante à notre échantillon. Un bip sonore indique la fin de l'analyse. On enlève le bécher et on rince la pipette.

- **Expression des résultats**

Les résultats s'affichent directement sur l'écran de l'appareil et exprimés en g/L.

a.7) Détermination de la matière grasse par la méthode de Gerber

C'est une méthode de référence, elle consiste à déterminer la teneur en matière grasse par la force centrifugeuse, elle est basée sur la dissolution des composants du lait par l'utilisation de l'acide sulfurique et la séparation de la matière grasse par l'addition d'une quantité de l'alcool isoamylique (A.F.N.O.R, 1985).

- **Mode opératoire**

On introduit 2,5 g de la poudre de lait dans un butyromètre, on ajoute 10ml d'acide sulfurique qui dénature les liaisons organiques et la séparation des différents composants du lait, 10ml de l'eau et 1ml d'alcool isoamylique qui favorise la migration de la matière grasse. Et on mélange le tout jusqu'à avoir une solution homogène puis on met le butyromètre dans une centrifugeuse avec chauffage pendant 6min.

- **Expression des résultats**

La valeur de la matière grasse se détecte sur le butyromètre exprimée en g/l.

a.8) Turbidité

La turbidité indique si la poudre du lait a subi un traitement thermique avant d'arriver au laboratoire, elle est basée sur l'addition du sulfate d'ammonium qui a la capacité de détruire les protéines du lait et de garder les protéines du lactosérum (**Fiche technique**).

- **Mode opératoire**

Dans un tube à essai, on met 20ml d'échantillon puis on ajoute 4g de sulfate d'ammonium qui permet de dénaturer les protéines du lait et garder les protéines du lactosérum après on agite à l'aide d'un agitateur et un barreau magnétique, ensuite on filtre la solution avec un papier

filtre mis dans un entonnoir en verre. On prélève 5ml du filtrat puis on le met dans un bain mari pendant 5min et on fait la lecture.

- **Expression des résultats**

On remarque l'aspect du filtrat : Si le filtrat devient trouble, le test est positif on distingue que la poudre n'a pas subi un traitement thermique. Dans le cas où il n'y a pas changement, le test est négatif.

a.9) Test Ramsdell

Est un test de stabilité du lait qui indique la résistance thermique du lait en fonction de son équilibre minéral et protéique sous l'effet de phosphate mono potassique KH_2PO_4 qui a la capacité de déstabiliser la structure des micelles de caséines, il s'agit de mettre le lait dans un bain mari pendant 5min en vérifiant le début de coagulation du lait (**J.O.R.A.D.P. N°35, 1998**).

- **Mode opératoire**

On prépare 4 tubes à essai, on introduit dans chaque tube 10ml d'échantillon, puis on ajoute des quantités croissantes de la solution phosphate mono potassique KH_2PO_4 qui permet déstabiliser les caséines (1,2 ; 1,3 ; 1,4 ; 1,5ml), on met les tubes dans un bain mari pendant 5min, ensuite on les refroidi et on fait la lecture.

- **Expression des résultats**

On remarque le début de coagulation du lait reconstitué, on note la quantité de la solution de KH_2PO_4 prélevée exprimée en ml.

a.10) Test Bain d'huile

Test bain d'huile est un test de stabilité, il s'agit d'un bain mari contenant une huile thermostatée à 140°C qui permet de minimiser les risques de voir le lait se déstabilise lors du traitement UHT pendant un certain temps sans coagulation, il consiste à déterminer le temps de chauffage à une température très élevée, nécessaire à la coagulation du lait (**Odet et al., 1985**).

- **Mode opératoire**

On verse 4ml du lait reconstitué dans une série des tubes à essai puis on met les tubes dans un bain d'huile chauffé à 140°C jusqu'à la coagulation du lait avec l'agitation des tubes.

- **Expression des résultats**

Le résultat c'est le début de la coagulation s'exprime en minute.

a.11) Test de propreté

Le test de propreté est utilisé afin de vérifier si le lait contient des impuretés, il est basé sur la filtration du lait en utilisant des filtres à disque. L'évaluation s'effectue visuellement (**Fiche technique**).

- **Mode opératoire**

On commence par la reconstitution du lait à 40°C. Pour la poudre de 0%, on pèse 25g de la poudre et on ajoute 250ml de l'eau chauffée à 40°C dans un bécher. Et pour la 26%, on prend 33 g de poudre de lait dans un bécher et on verse la même quantité de l'eau chauffée à 40°C. On agite bien le mélange puis on le filtre en utilisant les filtres à disques.

- **Expression des résultats**

Le résultat s'exprime en classe, on distingue trois classes (classe A, classe B et classe C) ;

Classe A : Disque n'a aucune impureté (conforme).

Classe B : Présence 1 à 2 impureté (acceptable).

Classe C : dépasse 3 impuretés (non conforme).

b) Eau de process

b.1) Mesure de pH

Les étapes de mesure du pH pour l'eau de process sont les même avec la poudre du lait, sauf la température de l'eau doit être 25°C (**Carole, 2002**).

b.2) Conductivité

La conductivité est un passage du courant électrique (les électrons) dans une surface de 1cm^2 , elle indique la présence des minéraux. La conductivité se mesure par le conductimètre, elle s'exprime en micro Siemens par centimètre (N.A 749-1989).

- **Mode opératoire**

D'abord le conductimètre doit être étalonné, on verse une quantité de l'eau à examiner dans un bécher puis on rince la sonde avec de l'eau distillée et on émerge dans le bécher contenant de l'échantillon à 25°C .

- **Expression des résultats**

Le résultat s'affiche directement sur l'appareil, exprimé en $\mu\text{S}/\text{cm}$. La valeur ciblée est de $295\ \mu\text{S}/\text{cm}$.

b.3) Détermination du titre Alcalimétrique « TA »

Le titre Alcalimétrique TA est la grandeur utilisée pour déterminer la concentration totale en ions carbonate CO_3^{2-} et en base forte HO^- d'une eau (NF T 90-036).

- **Mode opératoire**

On introduit 50ml de l'eau à examiner dans l'erlenmeyer, on ajoute quelques gouttes de l'indicateur coloré phénolphthaléine et on titre avec l'acide sulfurique H_2SO_4 de 0,02N jusqu'à virage de couleur du rose vers l'incolore.

- **Expression des résultats**

Le titre Alcalimétrique TA s'exprime en °F en utilisant la formule suivante :

$$\text{TA} = \text{Chute de burette} \times 10$$

b.4) Détermination du titre Alcalimétrique complet « TAC »

Le titre Alcalimétrique complet TAC est la grandeur utilisée pour déterminer la concentration totale en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- , carbonate CO_3^{2-} et en base forte HO^- d'une eau (NF T 90-036).

- **Mode opératoire**

On verse 50ml de l'eau à analyser dans l'erlenmeyer, on ajoute quelques gouttes de l'indicateur coloré méthylorange et on titre avec l'acide sulfurique H_2SO_4 de 0,02N jusqu'à l'apparition d'une couleur orange rouge.

- **Expression des résultats**

Le titre Alcalimétrique complet TAC s'exprime en °F en utilisant la formule suivante :

$$TAC = \text{Chute de burette} \times 10$$

b.5) Détermination du titre hydrométrique « TH »

Le titre hydrométrique est une unité de mesure de la dureté de l'eau, il consiste à mesurer la minéralisation ou la concentration en sels minéraux à savoir le calcium et le magnésium, il s'exprime en °F (N.A 752-1989).

- **Mode opératoire**

On met 50ml d'échantillon à analyser dans l'erlenmeyer, on verse 4ml de la solution tampon ammoniacale (25%), pincée de l'indicateur coloré Noir Eriochrome T (NET) et on titre avec Ethylène Diamine Tétra Acétique (EDTA 0.02N) jusqu'à virage de couleur de rose vers le bleu.

- **Expression des résultats**

Le titre hydrométrique (TH) s'exprime par la formule ci-dessous :

$$TH = \text{Chute de burette}$$

b.6) Chlorures (Cl⁻)

Le dosage des chlorures se réalise par la méthode de Mohr qui est une méthode de titrage des chlorures. Elle consiste en un dosage des ions chlorures par le nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. Ce dernier est l'indicateur coloré qui réagit en fin de dosage pour former le chromate d'argent, apparaissant comme un précipité rouge brique (J.O.R.A.D.P.N° 17, 2018).

- **Mode opératoire**

On met 50ml d'eau à analyser dans l'erlenmeyer, on ajoute 1ml de l'indicateur coloré chromate de potassium K_2CrO_4 (10%), puis on fait le titrage avec la solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$ 0.02N) jusqu'à disparition de la coloration jaune et apparition de la couleur rouge brique caractéristique de chromate d'argent.

- **Expression des résultats**

Les chlorures s'expriment en mg/l, en utilisant la formule suivante :

$$[Cl^-] = \text{Chute de burette} \times 14,2$$

c) Produit fini

c.1) Densité

La densité d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un autre corps pris comme référence. Pour les liquides, le corps de référence est l'eau pure à 4°C. La densité du lait est déterminée par deux méthodes telles que le lactodensimètre et le pycnomètre (Leder, 1983).

- **Mode opératoire**

- Le lactodensimètre :

On prend une éprouvette rincée avec de lait, puis on fait remplir jusqu'à le lait déborde légèrement et on introduit le lactodensimètre, ensuite on fait la lecture dès que le lactodensimètre stabilise.

- Le pycnomètre :

On pèse le pycnomètre vide sur une balance de précision et on tare, puis on fait remplir le pycnomètre avec du lait, on le pèse encore une fois et on note les valeurs affichées sur la balance.

- **Expression des résultats**

- Pour le lactodensimètre, la densité correspond à la lecture de la graduation.

- pour le pycnomètre, la densité s'exprime par la formule suivante :

$$D = m / V$$

D : la densité.

m : la masse du lait.

V : volume du pycnomètre.

c.2) Test Gerber

Est une méthode exothermique consiste à déterminer le taux de la matière grasse par l'addition de l'acide sulfurique et l'alcool isoamylique qui favorise la séparation de la matière grasse (AFNOR, 1985).

- **Mode opératoire**

On introduit 10ml d'acide sulfurique (91%) dans un butyromètre, on ajoute 11ml d'échantillon et 1ml d'alcool isoamylique, puis on agite manuellement et on met le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 min.

- **Expression des résultats**

La matière grasse est déterminée sur le butyromètre et exprimée en g/l.

c.3) Détermination de la teneur en extrait sec total «EST»

On détermine la teneur en matière sèche du lait en utilisant un dessiccateur qu'il s'agit d'une méthode de référence permettant de chauffer l'échantillon et d'évaporer certaine quantité du lait (AFNOR, 1985).

- **Mode opératoire**

A l'aide d'un dessiccateur, on pèse 11 g du sable qui permet de faciliter l'évaporation et on tare puis on pèse 3 g d'échantillon et on démarre l'analyse, un bip sonore indique la fin de l'analyse et on fait la lecture.

- **Expression des résultats**

L'extrait sec total s'exprime en gramme par litre :

$$EST = \text{Valeur trouvé} \times \text{la densité}$$

c.4) Test NIZO

C'est un paramètre qui indique si le produit est bien homogénéisé lors de la production et que l'homogénéisateur fonctionne d'une manière correcte (réduction de la taille des globules gras) (**Fiche technique**).

- **Mode opératoire**

On prélève 25ml d'échantillon, on l'introduit dans une pipette NIZO et on centrifuge. Ensuite on verse le produit dans un bécher pour vérifier la teneur en matière grasse par l'analyseur MilkoScan™ FT2.

- **Expression des résultats**

Les résultats c'est la valeur de la matière grasse affichée sur l'analyseur multipliée fois 100, la norme est supérieur à 88%.

III.2.3) Analyses microbiologiques

Le contrôle microbiologique permet d'obtenir des produits de bonne qualité hygiénique et d'assurer la protection de la santé du consommateur. Les analyses microbiologiques se basent sur la détection des microorganismes pathogènes et leurs toxines présentes dans les denrées alimentaires (tableau VII). Les analyses sont réalisées selon le journal officiel de la république algérienne (**JORA N°39,2017**).

Tableau VII : Différents microorganismes recherchés dans la matière première et le produit fini.

Echantillon		microorganismes recherchés
Matière première	Poudre de lait	<i>Entérobactéries</i> <i>Salmonelle</i> <i>Staphylocoques</i>
	Eau de process	<i>Escherichia coli</i> <i>Entérocoques</i> Bactéries sulfite réductrice y compris les spores
Produit fini		La flore totale aérobie mésophile

a) Analyse microbiologique pour la poudre de lait

Les analyses microbiologiques pour la poudre de lait (0% et la 26%) s'effectuent comme suit :

- D'abord on prépare la solution mère, devant le bec benzen et à l'aide d'une balance, on pèse 10 g de poudre et on la verse dans un flacon stérile contenant 90ml de l'eau physiologique. Ce diluant permet d'hydrater la poudre et garder les microorganismes sans les modifier.

- On prélève 1ml d'échantillon et on le met dans une boîte de pétrie en respectant les conditions de stérilisation.

- On faitensemencer en masse en utilisant le milieu VRBG (Violet Red Bile Glucose) pour la recherche et le dénombrement des *entérobactéries* dans la poudre du lait, puis on incube dans l'étuve à 37°C pendant 24heures et on fait la lecture.

- **Expression des résultats**

On fait le dénombrement des colonies, les entérobactéries présentent des colonies violettes, le résultat s'exprime en UFC/g en utilisant la formule suivante :

$$\text{Nombre de germes} = C \times 10$$

C : nombre de colonies positives.

b) Analyse microbiologique pour l'eau de process

Les microorganismes recherchés dans l'eau de process sont : *Escherichia coli* ; *Entérocoques* et les Bactéries sulfite réductrice y compris les spores (JORA N°39,2017).

- **Détermination des coliformes**

- On prend une série de 9 tubes à essai avec cloche de Durham (pour mettre en évidence la formation de gaz) contenant 10ml de milieu liquide BCPL (Bromo-Cresol Pourpre Lactose) utilisé pour la détection des *coliformes* dans l'eau et pour la détermination des bactéries qui fermentent le lactose.

- Dans les trois premiers tubes contenant 10ml de BCPL double concentration on ajoute 10ml d'échantillon dans chaque tube. Dans le reste on trouve 10ml de milieu BCPL simple concentration on verse 1ml de l'eau dans chaque trois tube et 0,1ml dans les trois tubes restants.

- On fait incuber les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48 heures puis on fait la lecture.

○ **Détermination des entérocooccus**

A l'aide d'une rampe de filtration, on verse 100ml de l'eau puis on récupère le filtrat et on le pose sur une boîte de pétrie contenant de la gélose *M.entérocooccus*, en suite on incube à 37°C pendant 24 à 48 heures.

○ **Détermination des bactéries Sulfite réductrice y compris les spores**

La détermination des bactéries Sulfite réductrice s'effectue après l'élimination de la flore végétative et l'activation des spores se réalise par le traitement thermique (**JORA N°39,2017**).

Pour la flore végétative

On prend quatre tubes à essai, puis on verse dans chaque tube 5ml de l'eau à analyser et 20ml du milieu VF (Viande Foie) utilisé pour la recherche du mode respiratoire des bactéries, ainsi que pour l'isolement en profondeur des anaérobies et on fait incuber à une température de 37°C pendant 48h.

Pour les spores

On introduit 20ml d'échantillon dans un tube à essai, puis on fait chauffer jusqu'à atteindre une température de 80°C pendant 10minute. On ajoute 1ml du milieu VF (Viande Foie) et on incube à 37°C pendant 48 heures. La réduction des sulfites en sulfures s'indique par l'apparition des colonies noires.

c) Analyse microbiologique pour le produit fini

L'analyse microbiologique du produit fini se base sur la détection de la flore totale aérobie mésophile, s'effectue par deux méthodes différentes telles que la méthode de la cytométrie et le test de résazurine (**Hézarid et al., 2007**).

c.1) Cytométrie


La méthode de la cytométrie est basée sur la détermination des bactéries dans le lait UHT après trois jours d'étuvage, les échantillons sont traités avec des réactifs qui rendent fluorescent les microorganismes viables, après marquage des échantillons sont injectés dans la cellule de mesure. Lors du passage de l'échantillon marqué devant le faisceau laser, les


microorganismes viables fluorescents sont détectés individuellement au moyen de récepteurs ultrasensibles à fluorescence (**Hézard et al., 2007**).

Après 72 heures d'étuvage, l'analyse microbiologique du produit fini se réalise comme suit : On met une série de 50 tubes stériles dans un portoir, deux tubes sont considérés comme un témoin (le témoin négatif c'est le tube vide et le témoin positif c'est le tube qui contient une bactérie). On fait perforer les briques du lait en haut à l'aide d'un fer à souder en évitant l'écoulement de l'échantillon, puis on verse dans chaque tube restant 500µl d'échantillon prélevé à l'aide d'une micropipette (on prélève 125µl du lait dans chaque quatre brique différente), ensuite on met le portoir contenant des tubes dans le cytomètre qui doit être calibré par la solution chemsol, étalonné par chemsol B24 et nettoyé par cleaning 5 et on fait lancer l'analyse (**Hézard et al., 2007**).

- **Expression des résultats**

Les résultats s'affichent sur l'écran du système sous forme d'un tableau constitué de la date de fabrication, numéro de lot, la classification des tubes dans le cytomètre et le résultat obtenu qui porte un code couleur vert ou bien rouge.

 : Résultat négatif (le produit conforme).

 : Résultat positif (le produit non conforme).

c.2) Test Résazurine

Le test Résazurine est un test stérilisateur autrement dit c'est une méthode de colorimétrie qui permet la détection de la présence de micro-organismes, tels que les bactéries, dans un échantillon. Il est souvent utilisé pour tester la qualité du lait, des aliments, des cosmétiques et d'autres produits. Le test implique l'ajout d'un colorant appelé résazurine à l'échantillon. La résazurine est une molécule incolore qui, lorsqu'elle est exposée à des conditions réductrices, est réduite en un colorant rose-violet appelé résorufine. D'abord on prépare la solution de la résazurine par l'addition de cette molécule dans 50ml de l'eau distillée mis dans un flacon stérile. Puis à l'aide d'une micropipette multicanaux on prélève 200µl d'échantillon, on le met sur une microplaque stérile, ensuite on ajoute 20µl de la solution résazurine et on incube à 37°C pendant 4heures (**Hézard et al., 2007**).

- **Expression des résultats**

Le résultat s'indique par le changement de couleur.

○ : Le produit stérile.

● : Le produit non stérile.

III.2.4) Mesure le taux du lactose résiduel à l'aide de lacto-sens

La mesure du taux de lactose résiduel au niveau de l'entreprise Tchén-Lait Candia s'effectue le septième jour après la production (le lait soit prêt à être libéré) par l'utilisation d'un appareil appelant lacto-sens (**Fiche technique**).

a) Définition de lacto-sens

LactoSense est un biosenseur pour l'industrie laitière qui fournit un moyen simple et rapide de mesurer le taux du lactose résiduel dans les produits laitiers. Il a une excellente précision et a été validé de manière externe. Le Lactosens Reader fournit du matériel et des logiciels qui vous permettront d'obtenir une mesure précise du lactose présent dans les produits laitiers à faible teneur en lactose ou sans lactose.

Lactosens fonctionne en cinq étapes simples : diluer, connecter, scanner, mesurer et décider (**Fiche technique**).

- D'abord on fait mélanger la brique du lait, puis on prélève à l'aide d'une micropipette 100µl d'échantillon qu'on met dans une cuve et on ajoute 400µl de la solution de dilution tampon (dilution Buffer).

- On prend l'appareil LACTOSENS R, on insère le numéro de lot, la date et l'heure de fabrication du produit puis on fait scanner le code QR.

- On dépose délicatement 100 µl d'échantillon mis dans la cuve sur la zone sensible du capteur en utilisant la pointe de la micropipette et on démarre la mesure.

- **Expression des résultats**

Le résultat s'affiche sur un ordinateur, il s'exprime en % ou bien en g/L et il doit être inférieur à 0,1% (<1g/L).

III.2.5) Méthode de la Cryoscopie

a) Définition

La cryoscopie consiste à mesurer l'abaissement du point de congélation du lait effectuée par un appareil dénommé le cryoscope. Le point de congélation du lait correspond à la température à laquelle le lait est gelé, permettant ainsi de déterminer la présence d'eau étrangère dans celui-ci (**I.S.O. 5764, 1987**).

D'abord on vérifie que le niveau du liquide de refroidissement suit bien les prescriptions du fabricant et que, si c'est le cas, la sonde à thermistance est dans un tube à essai vide, à l'emplacement de l'échantillon. Puis on fait homogénéiser bien l'échantillon par des retournements et faible agitation. Ensuite, à l'aide d'une pipette on met 2 ml d'échantillon dans un tube à essai et on place le tube à essai dans le cryoscope étalonné selon les instructions du fabricant. Dès que la mesure est terminée, on enlève le tube et on le rince avec de l'eau puis on sèche la sonde thermistance, on procède à une seconde détermination sur une autre prise d'essai de l'échantillon. Après une courte durée les résultats seront affichés sur l'écran, ils sont exprimés en °C (**I.S.O. 5764, 1987**).



***RÉSULTATS &
DISCUSSIONS***

IV.1) Caractéristiques organoleptiques des matières premières

- **Caractéristiques organoleptiques de la poudre le lait**

Les résultats d'analyses sensorielles de la poudre de lait pour la 0% et la 26% sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII : Résultats des analyses sensorielles de la poudre de lait 0% et 26%.

Type de la poudre Paramètres	Poudre de lait 0%	Poudre de lait 26%	Normes
Goût et odeur	Normal	Normal	Goût et Odeur franc de lait, absence d'odeur étrangères
Couleur	Blanchâtre de couleur homogène	Légèrement crème de couleur homogène	Blanchâtre ou légèrement crème de couleur homogène
Aspect	Normal	Normal	Homogène, absence d'agglomérat et corps étrangers

Les résultats cités dans ce tableau indiquent que les caractéristiques sensorielles telles que le goût, l'odeur, la couleur et l'apparence sont conformes aux normes exigées par la réglementation.

L'analyse organoleptique d'un produit est une étape plus importante afin d'assurer une bonne qualité des denrées alimentaires et de satisfaire le consommateur.

- **Caractéristiques organoleptiques de l'eau de process**

Les résultats des analyses organoleptiques de l'eau de process sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IX : Résultats des analyses organoleptiques de l'eau de process.

Paramètres	Résultats	Normes
Goût et odeur	Normal	Normal
Couleur	Clair limpide	Clair limpide
Aspect	Absence de matière en suspension	Absence de matière en suspension

D'après les résultats obtenus concernant les analyses organoleptiques de l'eau de process, on observe que l'eau utilisée est de couleur clair limpide, et elle n'importe aucun goût ou odeur étrangers, ce qui confirme l'absence des produits chimiques ou des matières organiques.

Ce qui laisse déduire que les résultats sont conformes aux normes ciblées par la réglementation Algérienne.

IV.2) Analyses physico-chimiques des matières première

IV.2.1) Poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0% sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau X : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0%.

Paramètre	Lots				Moyenne	Normes	Observation
	1	2	3	4			
Humidité (%)	2,92	2,59	3,15	3,40	3,01	Max 4	Conforme
pH (20°C)	6,63	6,62	6,68	6,64	6,64	6,60-6,90	Conforme
Acidité (°D)	14,2	14,2	13,7	14,2	14,08	< 15	Conforme
Acidité (mL-0,1N NaOH /10g ESD)	15,8	16,1	14	15,8	15,43	Max 18	Conforme
MG (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	<1,2	Conforme
MP (g/100g)	32,37	32,72	33,8	33,8	33,17	>33	Conforme
Test Ramsdell (mlde KH₂PO₄)	1,7	1,7	1,6	2,1	1,78	≥1,3	Conforme
Test bain d'huile (min)	11	8	12	25	14	>6	Conforme
Turbidité	Troubl e	Troubl e	Troubl e	Troubl e	-	Trouble	Conforme
Propreté	A	A	B	A	-	A max B	Conforme

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 26% sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau XI: Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 26%.

Paramètre \ Lots	Lots				Moyenne	Normes	Observation
	1	2	3	4			
Humidité (%)	2,91	2,87	3,16	3,21	3,04	Max 4	Conforme
pH (20°C)	6,71	6,71	6,76	6,72	6,73	6,60-6,90	Conforme
Acidité (°D)	9,13	9,13	9,1	10,1	9,37	< 15	Conforme
Acidité (ml-0,1N NaOH /10g ESD)	15,9	16,2	15	15,4	15,63	Max 18	Conforme
MG (%)	26,5	27	27	27	26,77	≥ 26	Conforme
MP (g/100g)	34,57	34,51	34,29	34,46	34,46	≥ 34	Conforme
Test Ramsdell (mlde KH₂PO₄)	1,4	1,3	1,4	1,4	1,38	≥ 1,3	Conforme
Test bain d'huile (min)	>12	>12	>12	>12	>12	>12	Conforme
Turbidité	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	-	trouble	Conforme
Propreté	A	A	A	A	-	A max B	Conforme

La réalisation des analyses physico-chimiques sur la poudre de lait permet de vérifier la qualité de la poudre avant d'entamer l'étape de reconstitution du lait.

Les résultats d'analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre de lait (0% et 26%) portés dans les deux tableaux précédents montrent que tous les paramètres recherchés sont conformes aux normes fixées par la réglementation.

Ces résultats prouvent que ces poudres ont été fabriqués et conditionnés dans de bonnes conditions de température, d'humidité et de lumière, qui sont des facteurs influençant la qualité de la poudre déclenchant les réactions de détérioration par oxydation. Une faible teneur des poudres en eau lui confère une protection des altérations susceptible de la rendre impropre à la consommation. Ceci permet de déduire que les poudres de lait sont bien conservées et que l'emballage est bien étanche ce qui confirme que la poudre de lait est de bonne qualité.

IV.2.2) Eau de process

L'histogramme suivant représente les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de process.

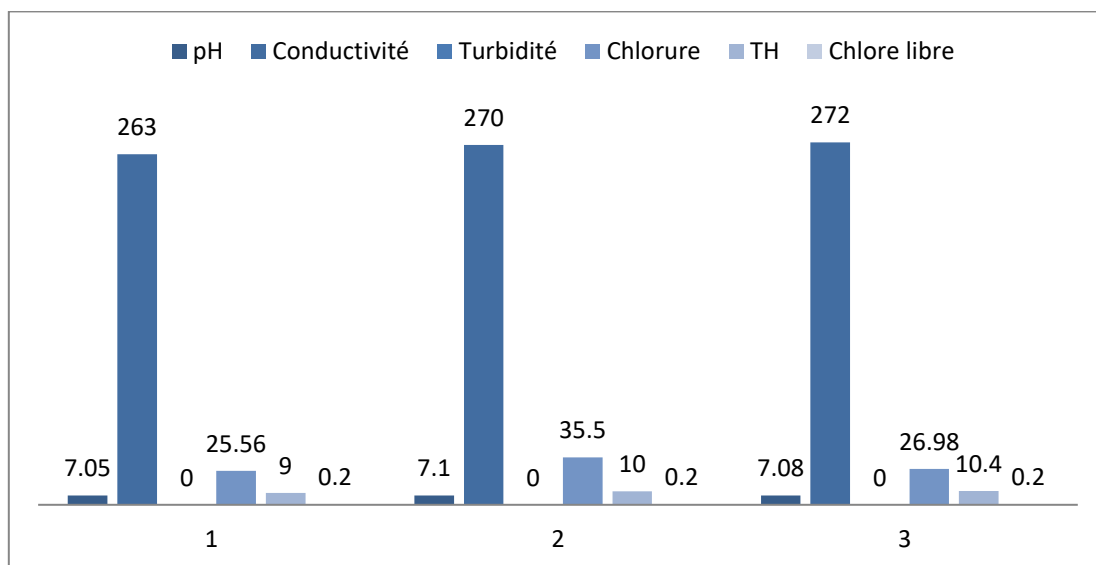


Figure 7 : Présentation graphique des caractéristiques physico-chimique de l'eau de process.

Les normes des caractéristiques physicochimiques de l'eau traitée sont expliquées dans le tableau XII.

Tableau XII : Normes des caractéristiques physicochimiques de l'eau traitée.

Paramètres	Normes
pH	7 – 7,4
Titre hydrotimétrique (°F)	7 – 12
Conductivité (µS/cm)	<400
Turbidité	0 – 1
Chlorures (mg/L)	10 – 35
Chlore libre (mg/L)	0,1 – 0,25

D'après les résultats illustrés sur la figure 7, on observe que la valeur de pH est neutre ce qui permet une bonne reconstitution du lait ainsi une conservation du produit à long terme, les autres paramètres tels que la conductivité, la turbidité et la dureté sont conformes aux normes exigées. En effet, l'utilisation d'une eau très dure permet une mauvaise dissolution de la poudre de lait (**Carole, 2002**).

La teneur en chlorures présente dans l'échantillon est conforme à la norme recommandée, par ailleurs, une teneur élevée en chlorures provoque une saveur désagréable qu'elles communiquent à l'eau, ce qui conduit à une corrosion dans les canalisations. De ce fait, on déduit que l'eau utilisée est de bonne qualité physico-chimique et le système de traitement des eaux est efficace (**Carole, 2002**).

IV.3) Evaluation organoleptique du produit fini

Goût et odeur : le goût et l'odeur sont franc, absence d'odeur étrangère ce qui indique que le produit est frais.

- ✚ Couleur : la couleur du produit fini blanchâtre et homogène.
- ✚ Remontée de la matière grasse : le produit fini a une seule phase c'est-à-dire il est homogène, absence d'apparition de la matière grasse sur le lait.
- ✚ Sédiment : absence de sédiment.

On observe que les résultats des analyses sensorielles du produit fini obtenus répondent aux normes réglementaires, ce qui indique que le lait UHT demi écrémé dé lactosé fabriqué par l'unité Tchén-Lait Candia est conforme et de bonne qualité.

IV.4) Analyses physico-chimiques de produit fini

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé dé lactosé sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau XIII : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini.

Paramètres	H-92596	H-93300	H-94286	H-95756	Normes
pH (20°C)	6,65	6,65	6,67	6,63	6,60-6,90
Acidité titrable (°D)	13,7	13,7	13,5	13,77	<15
Lactose (g/L)	52,49	52,73	53,71	54,91	–
Matière protéique (g/L)	31,07	31,84	31,80	32,62	≥30
Matière grasse (g/L)	16,14	16,70	15,67	16,75	15<MG<16,8
Extrait sec totale (g/L)	109,62	110,13	110,58	110,50	≥110
Extrait sec dégraissé (g/L)	94,21	94,35	94,96	94,87	>91
Point de congélation (°C)	-0,531	-0,542	-0,519	-0,547	≥-0,5
Densité	1,032	1,032	1,032	1,032	1,028-1,033

Selon les résultats cités dans le tableau ci-dessus, le produit fini répond aux normes de l'entreprise. En effet, toutes les valeurs des paramètres recherchés sont conformes aux normes. Les valeurs de pH et de l'acidité retrouvées dans ce produit permettent de dire que le lait est frais, ceci traduit la stabilité de la chaîne de production. On distingue que le traitement thermique n'a aucune influence sur l'ensemble des paramètres recherchés (**JORAN°35, 1998**).

Ce qui confirme une qualité physico-chimique du produit fini satisfaisante.

IV.5) Analyses microbiologiques de la poudre de lait

Le tableau suivant représente les résultats bactériologiques de la poudre de lait.

Tableau XIV : Résultats bactériologiques de la poudre de lait.

Type de poudre Germes	Type de poudre		Normes	
	Poudre de lait 0%	Poudre de lait 26%	M	M
Salmonelle	Absence	Absence	Absence	
Staphylocoques coagulase+	à <10	<10	10UFC/g	100UFC/g
Enterobactéries	<10	<10	10UFC/g	100UFC/g

Les résultats microbiologiques de la poudre de lait (0% et 26%) obtenus dans le tableau précédent sont conformes aux normes en vigueur pour la recherche des *entérobactéries*, *Salmonelle* et *Staphylocoques* à coagulase positif. En effet, ces recherches confirment l'absence de ces microorganismes dans les échantillons analysés, ce qui indique l'absence de contamination de la poudre, procédé de production est bien maîtrisé et les bonnes pratiques d'hygiène par le personnel sont bien respectées. On déduit que la poudre est stockée dans des bonnes conditions de température et l'humidité évitant toute altération et que son emballage est parfaitement étanche (JORA N°39,2017).

Donc la poudre de lait utilisée est de qualité microbiologique satisfaisante.

IV.6) Analyses microbiologiques de l'eau de process

Les résultats bactériologiques de l'eau de process sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XV : Résultats bactériologiques de l'eau de process.










Germes	<i>Escherichia coli</i>	<i>Entérocoques</i>	Bactérie sulfite réductrice y compris les spores
Eau de process	Absence	Absence	Absence
Normes	Absence	Absence	Absence

D'après les résultats obtenus et après les avoir comparé aux normes, on remarque l'absence des microorganismes pathogènes tels qu'*Escherichia coli*, les entérocoques et les bactéries sulfite réductrice. On peut conclure que l'eau utilisée pour la reconstitution du lait répond aux critères réglementaires stricts exigés et s'avère de bonne qualité microbiologique due à l'hygiène de personnel et à l'efficacité du traitement aux rayons effectué par le stérilisateur UV au niveau de la station de traitement des eaux au sein de l'entreprise Tchén-Lait CANDIA (JORA N°39, 2017).

IV.7) Analyses bactériologiques du produit fini réalisé par la cytométrie

Les résultats microbiologique du lait UHT demi écrémé dé lactosé sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XVI : Résultats microbiologique du lait UHT demi écrémé dé lactosé.

Echantillon	Heure	Date de fabrication	Lot	Résultats	Normes
1	/	/	T-		/
2	14 :30	04/03/23	H-94286		< 150 Count/mL
3	15 :15	04/03/23	H-94286		< 150 Count/mL
4	15 :30	04/03/23	H-94286		< 150 Count/mL
5	15 :50	04/03/23	H-94286		< 150 Count/mL
6	16 :25	04/03/23	H-94286		< 150 Count/mL
7	17 :30	04/03/23	H-94286		< 150 Count/mL
8	18 :00	04/03/23	H-94286		< 150 Count/mL
50	/	/	T+		/

Les résultats exprimés dans ce tableau montrent que tout les échantillons testés sont négatifs et que le nombre de count de tout les échantillons examinés est inférieure au seuil de

positivité (<150 counts/mL), ce qui indique que la production a été faite dans des bonnes conditions d'hygiène, le procédé UHT est efficace et que le conditionnement aseptique responsable d'empêcher toute contamination microbienne. On déduit que le lait UHT demi écrémé dé lactosé répond aux normes fixées par la réglementation et il est de bonne qualité microbiologique (JORA N°35, 1998).

IV.8) Analyses organoleptiques du lait UHT dé lactosé après 7 jours de maturation

Les résultats d'analyses organoleptiques du lait UHT dé lactosé après 7 jours de maturation sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau XVII : Résultats d'analyses organoleptiques du lait UHT dé lactosé après 7 jours de maturation.

Analyse sensorielle	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7
Goût	+	++	++	+++	++++	+++++	+++++
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche	Blanche	Légèrement crème	Légèrement crème	Légèrement crème

Le tableau ci-dessus nous a montré que le goût du lait UHT demi écrémé dé lactosé augmente avec l'augmentation du temps (jours) et sa couleur devient légèrement crème, en remarquant le goût dans le premier jour de fabrication est légèrement sucré, puis il devient moyennement sucré dans le deuxième jour jusqu'à le cinquième jour et après la maturation (septième jours) on observe que le lait a une saveur plus sucrée due à la présence du glucose et le galactose qui sont produits par le fractionnement du lactose par la lactase.

IV.9) Taux du lactose, du glucose et du galactose présents dans le produit fini pendant 7 jours de maturation

Le taux du lactose, du glucose et du galactose présent dans le produit fini pendant 7 jours de maturation sont représentés dans la figure ci-dessous :

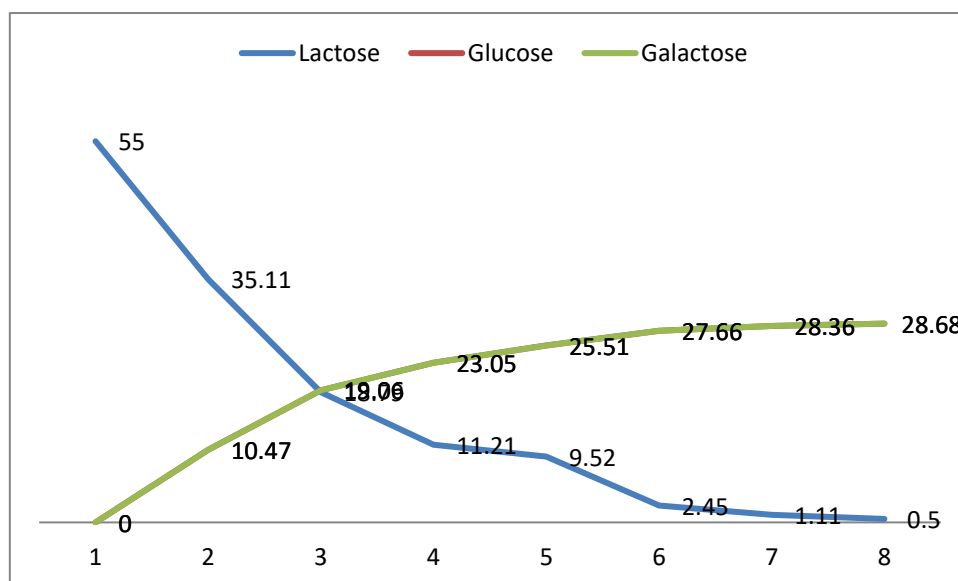


Figure 8 : Présentation graphique du taux du lactose, du glucose et du galactose pendant 7 jours de maturation.

Les résultats présentés sur le graphe précédent montrent la diminution du taux du lactose et la formation des molécules du glucose et le galactose pendant sept jours de maturation.

On observe que dans les premiers jours de maturation, la vitesse de la réaction de formation du glucose et le galactose augmente d'une manière exponentielle, c'est la phase d'activation puis elle se stabilise dans le cinquième jour jusqu'à la fin de maturation il s'agit d'une phase stationnaire où l'enzyme a hydrolysé complètement le lactose.

IV.10) Suivi le point de congélation du lait UHT dé lactosé dans les sept jours de maturation

Les résultats du point de congélation du lait UHT demi écrémé dé lactosé dans les sept jours de maturation sont résumés sur la figure suivante :

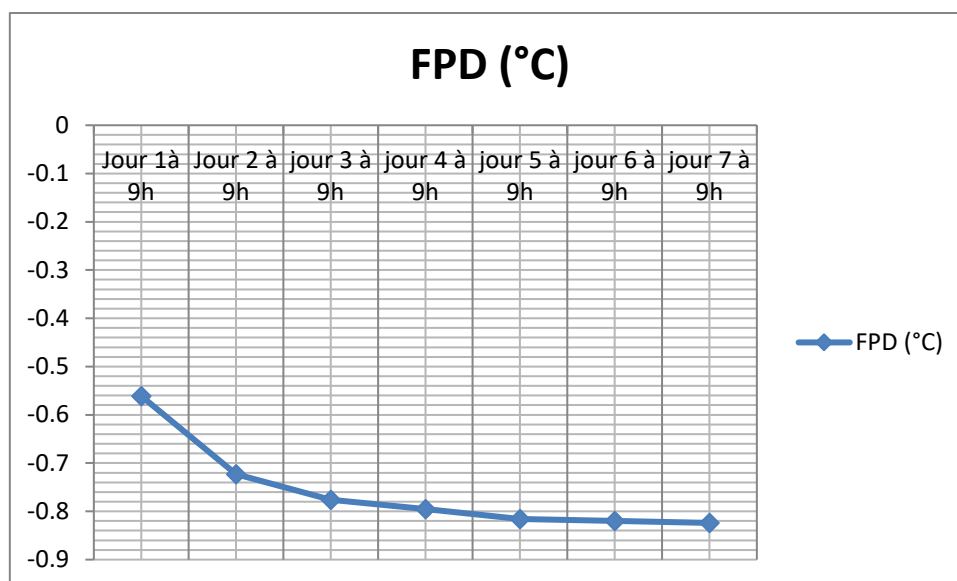


Figure 9 : Point de congélation du lait UHT demi écrémé délactosé dans les 7 jours de maturation.

Les valeurs de point de congélation du lait UHT demi écrémé délactosé représentées sur la figure 9 expliquent que le point de congélation diminue en fonction du temps. On remarque que la diminution dans le premier jusqu'à le quatrième jour de maturation est rapide de -0,561°C à -0,795°C, tandis que dans le cinquième jusqu'à le septième jour le point de congélation diminue lentement en passant de -0,816°C jusqu'à atteindre -0,824°C. Ceci peut être expliqué par la réduction des substances dissoutes et à la présence de la molécule d'eau dans le produit que l'enzyme nécessite pour cliver le diholoside (lactose) en glucose et le galactose.

IV.11) Mesure du taux de lactose résiduel après sept jours de maturation

Les résultats du taux de lactose résiduel présent dans le lait UHT demi écrémé délactosé sont exprimés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XVIII : Résultats du taux de lactose résiduel présent dans le produit fini.

Numéro de Lot	Lactose résiduel (%)	Norme
H-94286	0,032	< 0,1 % (< 1g/L)
H-93300	0,034	
H-92596	0,051	
H-95756	0,037	

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus, on observe que le taux du lactose résiduel présent dans le produit fini après sept jours de maturation est inférieur à 1g/L, indiquant la dégradation complète du lactose durant cette période.

On peut conclure que les valeurs obtenues sont conformes à la norme recommandée par l'entreprise et que le lait UHT demi écrémé délactosé est prêt à être libérer.



CONCLUSION

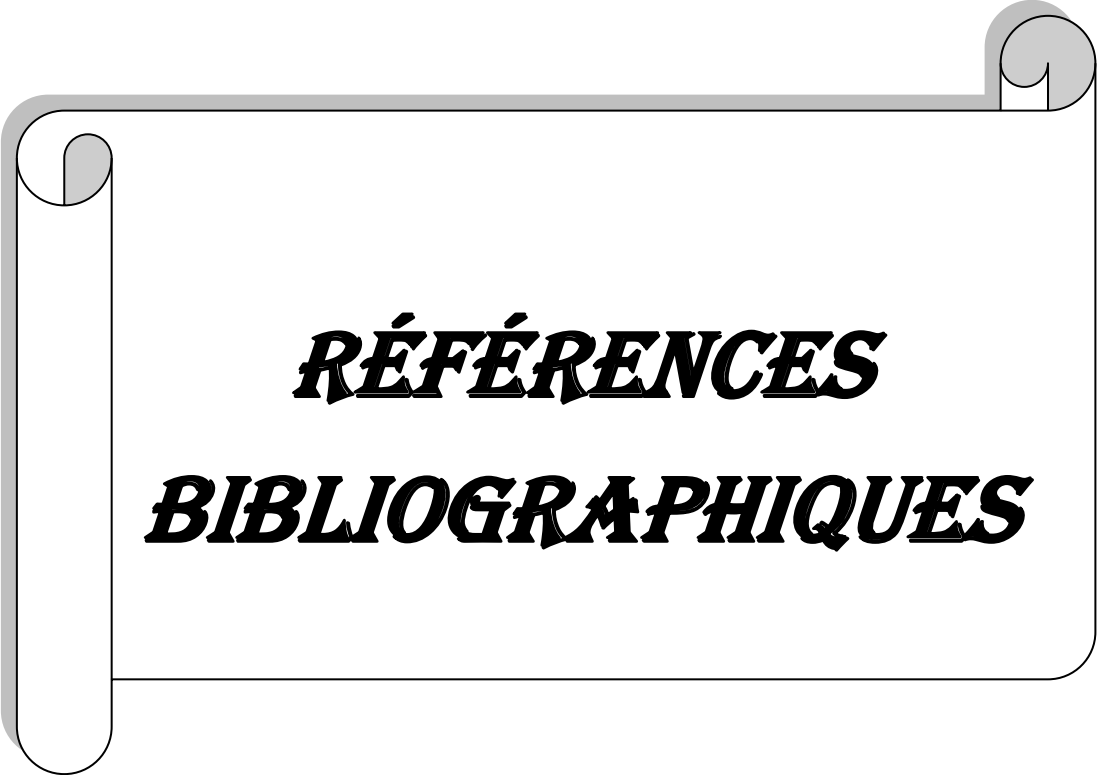
Conclusion

Dans l'industrie laitière, la qualité est considérée comme l'élément le plus important, et l'exigence la plus recherchée par le consommateur. Pour cela les entreprises sont confrontées à des concurrences de plus en plus rude afin d'élaborer des produits de bonne qualité.

Notre travail est porté sur l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait UHT demi écrémé dé lactosé à différents niveau de production, et le suivi de la dégradation du lactose pendant sept jours de maturation.

L'ensemble des analyses physico-chimiques et bactériologiques réalisées sur les matières premières et le produit fini, et d'après les résultats obtenus, nous pouvons conclure qu'ils sont conformes aux normes en vigueur et aux exigences de l'entreprise, ce qui indique que la poudre de lait, l'eau de process et le produit fini possèdent une bonne qualité physico-chimique et microbiologique due à la maîtrise du processus technologique de fabrication et à l'efficacité du traitement UHT qui rend le produit stable et prolonge sa durée de conservation ainsi qu'à l'application de bonne pratiques d'hygiène.

La production du lait UHT demi écrémé dé lactosé par l'entreprise Tchén-Lait CANDIA est la solution des personnes intolérantes au lactose, qui ont un problème au niveau digestif. En effet ce produit possède une faible teneur en lactose permettant aux personnes intolérantes de consommer du lait.



RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

- **Adrian J., Potus J., Frangne R., (2004).** La science alimentaire de A à Z, 2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages).
- **AFNOR, (1999).** Lait et produits laitiers. Edition : AFNOR. Paris. p 354.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeufy., Paquin, P., Simpson R., Turgeon, H. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité.
- **Ayad Rebiha, D. A. O. U.** Etude bibliographique sur la qualité nutritionnelle du lait de vache. 2021. Thèse de doctorat.

B

- **Benhedane B, N (2012).** Qualité microbiologique de lait cru destin à la fabrication d'un type de camembert dans une unité algérienne. mémoire de magister en science alimentaire, université Mentouri – Constantine 83 P.
- **Benyahia-Mostefaoui, A., Lamri-Senhadj, M. (2020).** Lait de vache: Composition, bienfaits nutritionnels, biologiques et cardioprotecteurs [Cow's milk: Composition, nutritional, biological and cardioprotective benefits].
- **Berkani, N., Hafidi, R. A. M., Hamidoud, S. E. (2021).** Étude physico-chimique et bactériologique de différents types de lait (pasteurisé et UHT) en conservation et pendant la période de consommation.
- **Burgain, J., Gaiani, C., Jeandel, C., Cailliez-Grimal, C., Revol, A. M., Scher, J. (2012).** Maldigestion du lactose: formes cliniques et solutions thérapeutiques. Cahiers de nutrition et de diététique, 47(4), 201-209.

C

- **Cart-Tanneur, M., Braud, P. L., Prost, B. (2019).** Vécu, ressenti et prise en charge des différentes intolérances alimentaires non-allergiques (gluten, lactose, FODMAP) en médecine générale. Une étude descriptive auprès de 188 médecins généralistes en Rhône-Alpes-Auvergne. Nutrition Clinique et Métabolisme, 33(1), 112-113.
- **Chilliard, Y., Ferlay, A., Doreau, M. (2001).** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans,

polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRAE Productions Animales*, 14(5), 323-335.

- **Choubane, F., Issaadi Kermoune, H., Djoudi, L. (2021).** Analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé et matières premières utilisées au sein de l'unité Tchén-Lait/Candia (Doctoral dissertation, université Abderrahmane Mira-Bejaia).

D

- **Dainese-Plichon, R., Schneider, S., Piche, T., Hébuterne, X. (2014).** Malabsorption et intolérance au lactose chez l'adulte. *Nutrition clinique et métabolisme*, 28(1), 46-51.
- **Debry, G. (2001).** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).
- **Delacour, H., Leduc, A., Louçano-Perdriat, A., Plantamura, J., Ceppa, F. (2017, January).** Diagnostic de la prédisposition génétique à l'intolérance au lactose par une approche high resolution melting. In *Annales de Biologie Clinique* (Vol. 75, No. 1, pp. 67-74).

F

- **FAO, 2017.** La production laitière et les produits laitiers. http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/lalaitetlesproduitslaitiers/lacompositiondu-lait/fr/#.WUD7fus1_IU. 25 mars 2018
- **FAO. (2000).** Lait et produits laitiers (deuxième édition). Amazon, Rome, Italie: organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture organisation mondiale de la santé, 19.
- **Feillet, P. (2021).** Le lactose peut rendre le lait difficile à digérer. In *Tout savoir sur notre alimentation* (pp. 71-74). EDP Sciences.

G

- **Gaucheron, F. (2004).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier :783 (922 pages)
- **Ghaoues, S. (2011).** Evaluation de la qualité psycho-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérie mémoire pour l'obtention du diplôme de magister en science alimentaire, Mentouri Constantine.130P.
- **Guerrouf wahiba-Maaichia Sara, T. K. (2020).** Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique du lait pasteurisé et du lait UHT pendant la période de consommation.

- **Guiraud J.P., Rosec J.P. (2004).**Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR.95p.
- **Guiraud JP. (1998).** Microbiologie alimentaire. Ed : Dunod. Paris. Journal officiel de la république algérienne n°69 arrêtes, décision et avis ; 27 octobre 1993.□
- **Guitoubi, I., Tamer, H. (2021).** Contrôle de la qualité microbiologique d'un lait pasteurisé et un lait UHT selon la durée de conservation.

H

- **Hamidi, M., Hachi, M., Bencherif, K., Lahrech, A., Choukri, A., Yabrir, B. (2020).** Physico-chimie et composition biochimique de laits crus de vaches, brebis, chèvres et dromadaires locaux des steppes en Algérie. Livestock research for rural development, 32(8).
- **Hézar N., Simon G., Droullé A., Nguyen P.,** La cytométrie en flux dans un laboratoire d'hémostases, revue Francophone des Laboratoires, june 2007, page 63-71.

I

- **ISO 5764. (1987-06-01).** Lait – détermination du point de congélation méthode au cryoscope à thermistance.

J

- **Jeanet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brule G., (2008).** Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).
- **J.O.R.A.D.P N°18, (2011).** Arrêté interministériel du 22 Mars 2011 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.
- **J.O.R.A.D.P N°35, (1998).** Arrêté interministériel du 24 Janvier 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- **J.O.R.A.D.P N°17, (2018).** Arrêté interministériel du 18 Mars 2018 relatif à Méthode de dosage des chlorures dans l'eau par la technique de MOHR.
- **J.O.R.A.D.P N°69, (1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 Août 1993 relatif aux Spécifications et à la présentation de certains laits de consommation□

K

- **Kabir, A. (2015).** Contrainte de la production laitière en A Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse en vue de

l'obtention du diplôme de doctorat en sciences en microbiologie, Université d'Oran Ahmad ben Bella, 141 p.

L

- **Lachaux, A. (2019).** L'intolérance au lactose. Un modèle pour comprendre la malabsorption des sucres chez l'enfant et chez l'adulte. *Revue Française d'Allergologie*, 59(3), 210-211.

M

- **Marteau, P., Olivier, S. (2017).** L'intolérance au lactose. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52, S13-S18.
- **Misselwitz, B., Pohl, D., Frühauf, H., Fried, M., Vavricka, S. R., Fox, M. (2013).** Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *United European gastroenterology journal*, 1(3), 151-159.
- **Morin, M. C. (2020).** Intolérance au lactose. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 14(8), 706-717.
- **Muthwill et al., 1998).** Le conditionnement en continu des Liquides alimentaires en complexe de papier, polyéthylène et aluminium. In : « L'emballage des denrées alimentaires de grandes consommation ». 2e Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. p. 604.

N

- **N A 749 (1989).** Qualité de l'eau-Détermination de la conductivité électrique.
- **N A 752 (1989).** Qualité de l'eau-Dosage de la somme du calcium et du magnésium – Méthode titrimétrique à l'EDTA.
- **NF T 90-036 (1970).** Analyse des eaux détermination de l'alcalinité (Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet).



ANNEXES

Annexe I : Matériels et réactifs utilisés pour les analyses physico-chimiques.

❖ Humidité

- Coupelle.
- Dessiccateur à infrarouge

❖ Acidité titrable

- Pipette graduée de 11ml.
- becher de 50ml.
- pH mètre.
- Burette de 100ml.
- solution de NaOH titrée à 0,111N.

❖ pH

- pH-mètre.
- Becher de 250ml.
- Papier absorbant.
- Deux solutions tampons (pH=4, pH=7).
- Eau distillée.

❖ Densité

○ Première méthode :

- Lactodensimètre.
- Eprouvette cylindrique.

○ Deuxième méthode :

- Pycnomètre.
- Balance de précision.
- Pipette.

❖ Matière Grasse

- Butyromètre.
- pipette à lait.
- L'eau.
- Centrifugeuse électrique chauffante pour le butyromètre à lait.
- Acide sulfurique.
- Alcool iso amylique.

❖ TH

- Erlenmeyer
- Burette.
- Solution EDTA à 0.02N.
- Solution tampon ammoniacale (25%).
- Indicateur coloré noir eriochrome T (NET).
- Eau distillée.

❖ TA

- Erlenmeyer

- Burette.
- Indicateur coloré phénolphtaléine.
- Acide sulfurique H₂ SO₄ de 0,02N.
- Eau distillée.

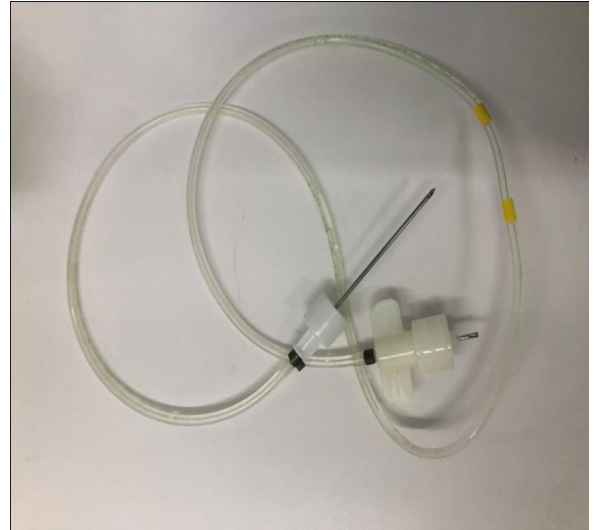
Annexe II : Matériels et réactifs utilisés pour les analyses bactériologiques.

Matériels	Réactifs
Agitateur Autoclave Bain-Marie Balance Bec bunzen Boite de pétrie Cloche de Durham Cytometrie en flux Etuve réglée à 30, 37et à 44°C Flacon stérile de 250 mL Micropipette Spatule Tube à essai Papier absorbant imbibé d'alcool Pipettes graduées stériles	Alcool Eauphysiologique Milieu BCPL Milieu Roth Milieu VRBG Milieu VF Milieu VLBG Milieu BLBVB Gélose M.entéroccoccus

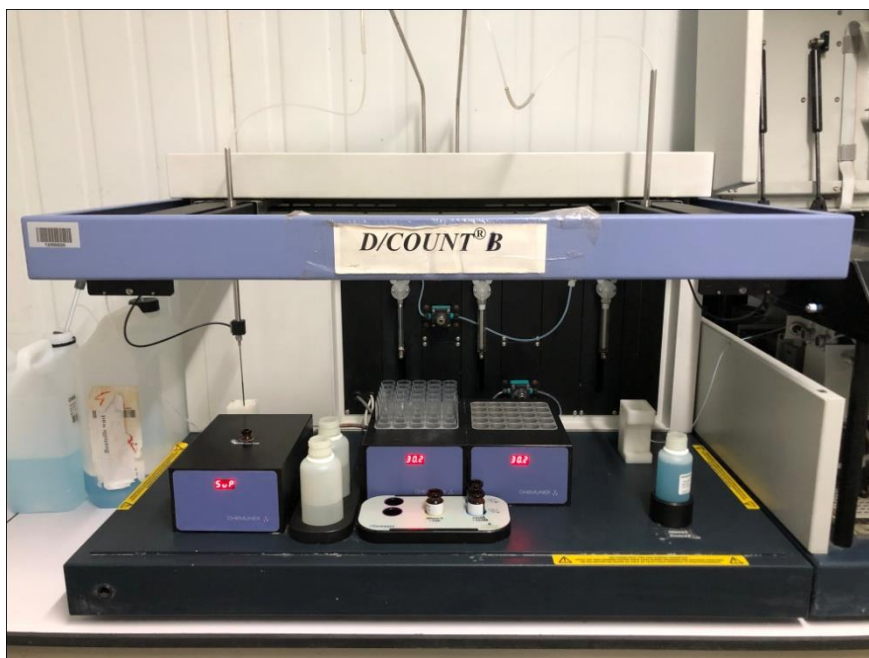
Annexe III : Les appareils utilisés.



-Tetra FlexDos-



-Cathéter-



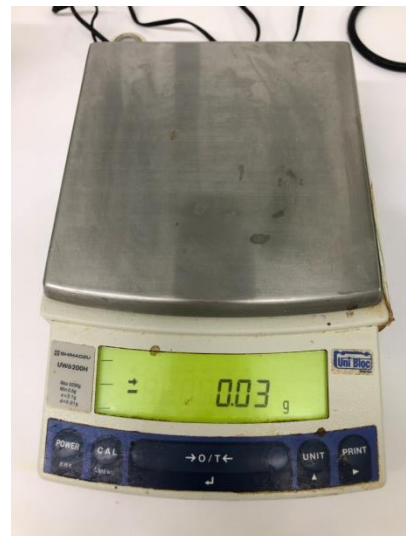
-Cytomètre en flux-



-Lactosens R-



-Dessiccateur-



-Balance-



-Agitateur-



-pH mètre-



-MILKOSCAN FT2-

Annexe IV : Traitement des eaux.

L'obtention de l'eau traitée se réalise comme suit :

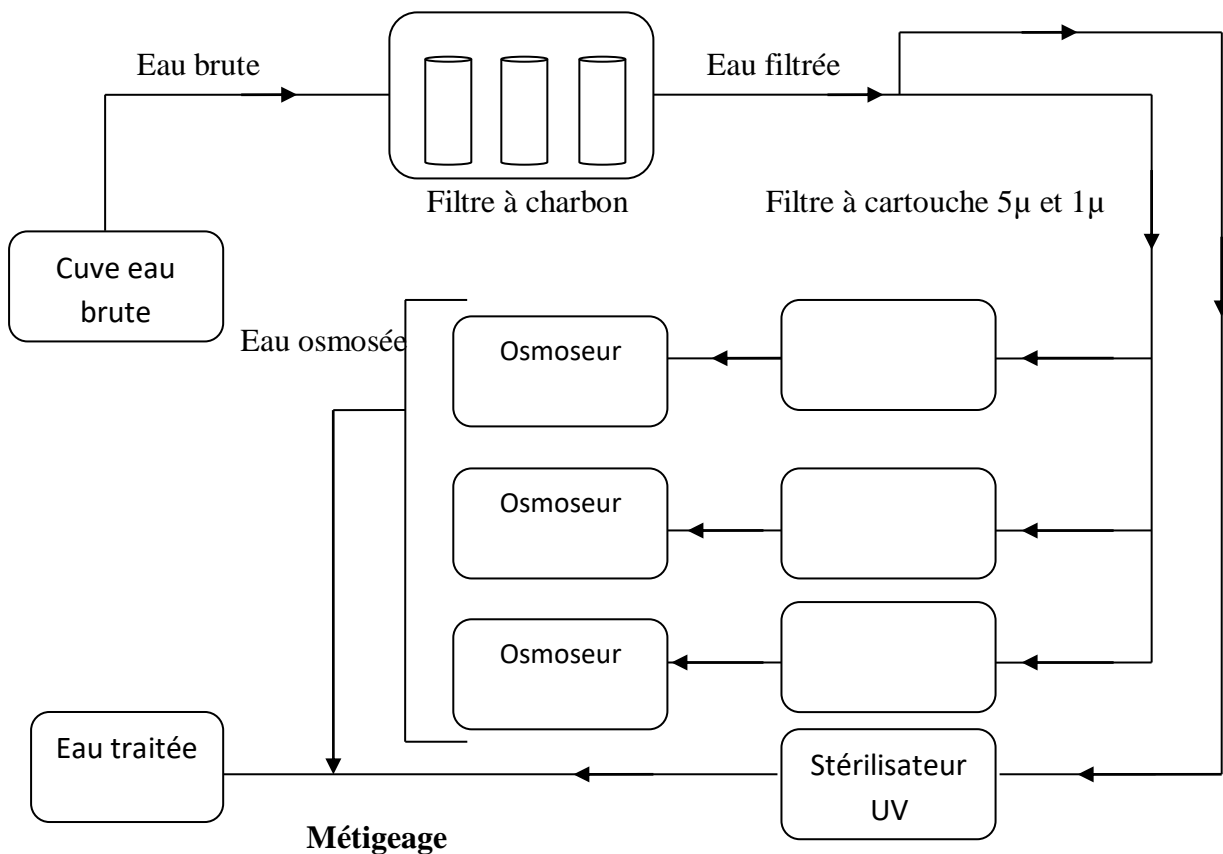
- D'abord on trouve l'eau brute dans une cuve qui passe dans des filtres à charbon par allèle (il ya trois filtres) contenant du sable qui permet d'éliminer les particules en suspension dont le diamètre est supérieure à $50\mu\text{m}$ et du charbon qui consiste à éliminer le chlore jusqu'à atteindre 0 chlore, on obtient l'eau filtrée.

- Puis une partie de l'eau filtrée, entre dans des filtres à cartouche (3 filtres) 5μ et 1μ , dont les filtres 5μ signifient que les particules à un diamètre supérieur à 5μ ne peuvent pas passer, et les filtres 1μ concernent le passage des particules qui ne dépassent pas 1μ . L'eau filtrée passe dans l'osmoseur inverse constituée d'une entrée et de deux sorties, la première sortie on

trouve le perméat (l'eau sans sels minéraux), et dans la deuxième la sortie le concentrat qui n'est pas utilisé (l'eau chargée en sels minéraux).

- Ensuite, l'eau osmosée subit un métigeage qui consiste à mélanger cette dernière avec l'autre partie de l'eau filtrée passée par le filtre 5 μ arrivant à un stérilisateur UV (Ultra Violet) afin d'éliminer les microorganismes à 99% et on obtient une eau traitée utilisable pour la production du lait.

Le prélèvement de l'eau traitée s'effectue dans des flacons en verre stériles de 250ml.





RÉSUMÉ

Résumé

Notre étude basée sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique du lait stérilisé UHT demi écrémé dé lactosé, fabriqué par l'unité Tchîn-Lait CANDIA dès la réception de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini. De plus, un suivi sur la maturation du produit durant sept jours est réalisé.

Tous les résultats des analyses physico-chimique et bactériologique effectuées sur le produit sont conformes aux normes internes de l'entreprise et aux normes Algérienne en vigueur, ce qui indique que le produit est de meilleure qualité, et il est prêt à la consommation.

Mots-clés : Lait UHT demi écrémé dé lactosé, intolérance au lactose, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques, lactose résiduel.

Abstract

Our study based on the evaluation of the physico-chemical and bacteriological quality of the semi-skimmed lactose-free UHT sterilized milk manufactured by the Tchîn-Lait CANDIA unit from the reception of the raw material until the finished product is obtained, thus realizing a follow-up on the maturation of the product for seven days.

All the results of the physico-chemical and bacteriological analyzes carried out on the product comply with the internal standards of the company and the Algerian standards in force, which indicates that the product is of better quality and is ready for consumption.

Keywords: Lactose-free semi-skimmed UHT milk, lactose intolerance, physico-chemical analyses, bacteriological analyses, residual lactose.